

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À  
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
À L'OBTENTION DE LA  
MAÎTRISE EN GÉNIE DE LA CONSTRUCTION  
M.Ing.

PAR  
Yves PANNETON

DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE  
D'ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ D'OCCURRENCE  
DES RÉSULTATS INDÉSIRABLES DES PROJETS DE CONSTRUCTION  
SOCIOSANITAIRES PAR UNE APPROCHE MULTICRITÈRE

MONTREAL, LE 17 DÉCEMBRE 2010

© Tous droits réservés, Yves Panneton, 2010

**PRÉSENTATION DU JURY**  
**CE MÉMOIRE A ÉTÉ ÉVALUÉ**  
**PAR UN JURY COMPOSÉ DE**

M. Edmond Miresco, directeur de mémoire  
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Adel Francis, président du jury  
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Gabriel J. Assaf, membre du jury  
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

**IL A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY**

**LE 1<sup>er</sup> DÉCEMBRE 2010**

**À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE**

## **AVANT-PROPOS**

D'entrée de jeu, nous évoquons une évidence qui nous apparaît familière dans notre société, et soulignée par Smith et al. (1999) à l'effet que le domaine de la construction affiche une réputation peu enviable tout en ayant en aversion les changements qui amènent des changements de programme, des dépassements de coûts et d'échéancier.

Soulignons d'emblée, le domaine de la construction est cependant loin de faire cavalier seul avec une situation pareille. Selon Wateridge (1995), le domaine de la technologie de l'information (TI) en est aussi accablé et en dépit de décennies de recherche, les projets continuent d'échouer. Ahiable et Dalcher (2005) le signalent également, les médias portent facilement leur attention sur cette industrie aux projets complexes qui n'atteignent pas leurs objectifs.

En scrutant notre mémoire collective au passé relativement récent, nos expériences nous rappellent, que certains projets font partie de l'histoire de notre présente époque tels : le notoire Stade Olympique de Montréal, le prolongement du métro vers Laval, l'Îlot voyageur de l'UQÀM, alors que d'autres s'apprêtent à l'écrire en fondant beaucoup d'espoir tels pour les projets de modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal, par exemple.

Les problèmes dans la construction demeurent nombreux, complexes et leurs interrelations sont extrêmement compliquées (Lifson et Shaifer, 1982). L'environnement dans lequel évolue le domaine de la construction a la particularité d'être de nature dynamique en raison de l'accroissement des multiples incertitudes liées à la technologie, aux budgets, aux processus, etc. (Chan, Scott et Chan, 2004). Il interfère en permanence avec des ensembles de facteurs humains modulant sans cesse nos décisions et comportements, et qui, à leur tour influent sur notre environnement et cela s'inscrivant dans une dynamique comparable à une spirale sans fin de façon rétroactive.

Dans ce contexte, compte tenu de nos expériences et selon notre compréhension de la dynamique des choses, nous jugeons à propos, de s'interroger sur les méthodes et outils qui s'offrent à nous pour la suite et qui nous permettraient de conjuguer avec une réalité et de représenter en quelque sorte l'environnement de risque associé à un projet de construction.

Partant de la prémisse qu'une meilleure connaissance des risques ayant cours dans l'environnement favorise le succès, l'axe central de ce mémoire met en relief une dynamique complexe de l'environnement (Saaty, 1980) dans lequel évolue un projet de construction. Cet environnement, constitué de multiples facteurs de risques et dont leurs interrelations tissées entre certaines variables cibles, appelées tout aussi facteurs de succès, peuvent aboutir à un résultat jugé défavorable et significatif. Ce qui peut mener alors le décideur à remettre en question ou revoir certains éléments constituant le projet, dû à l'influence non souhaitable observée sur la finalité du projet.

Ce mémoire présente une vue (réflexion) provenant de l'intérieur du système du réseau québécois de la santé et veut offrir une approche dite pragmatique de la représentation de l'analyse des risques d'un projet de construction d'infrastructure sociosanitaire à l'étape de planification, c'est-à-dire en amont de la réalisation, sous la forme de proposition d'une méthode d'aide à la décision ayant comme attribues des facteurs de risques génériques. Le but visé spécifiquement consiste à évaluer, en finalité, la probabilité d'occurrence relative des résultats indésirables jugés défavorables dans le cadre d'une analyse de risque.

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens d'abord à présenter mes sincères remerciements à mon directeur de maîtrise M. Edmond Miresco, ing. PhD, pour sa disponibilité ainsi que ses précieux conseils prodigués tout au long de cette recherche.

Je tiens également à remercier M. Roger Jacob pour cette reconnaissance avouée à m'inciter à entreprendre cette maîtrise, étincelle initiatrice pour réaliser ce projet si cher. Je remercie, M. Francois Clossey pour son soutien et s'être montré plus que facilitateur tout au long de cette démarche. Je tiens aussi à remercier vivement Jean F. Pelletier pour l'altruisme dont il a fait preuve.

Merci à M. Jean Comeau pour ses conseils, à Mme Diane Girard pour sa patience à répondre à mes nombreuses questions posées à la bibliothèque. Merci à tous mes professeurs de maîtrise pour leur contribution à mes nouvelles connaissances.

Ce mémoire n'aurait été possible sans la belle complicité de ma conjointe Lucie Roux qui a su m'encourager, me soutenir si gentiment et faire le sacrifice de remettre à plus tard activités et projets de vie. Je veux bien sûr souligner les efforts de mes trois enfants Alexandre, Xavier et Cynthia qui ont contribué en quelque sorte à mon projet, en supportant ma non-disponibilité répétée pendant tout ce temps. Enfin, je salue mes parents qui ont su m'inculquer cette curiosité et la force de persévérer.

Je remercie tout aussi chaleureusement ceux et celles qui ont continuellement eu des mots d'encouragement à mon égard Lorraine, René, Marie-France, Ingo, Manon, Bruno, Yolande, Gilles, Jacinthe, Jean-Paul, Marie-France, Marc, Lucie, et plusieurs que j'oublie, mais qui se reconnaissent.

**DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE  
D'ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ D'OCCURRENCE  
DES RÉSULTATS INDÉSIRABLES DES PROJETS DE CONSTRUCTION  
SOCIOSANITAIRES PAR UNE APPROCHE MULTICRITÈRE**

Yves PANNETON

**RÉSUMÉ**

L'évaluation de la probabilité d'occurrence d'un événement en gestion de risque traditionnelle représente un défi à relever considérant que plusieurs informations nécessaires sont difficiles, voire impossibles à obtenir pour une organisation. De plus, une préoccupation constante de réussir un projet amène à identifier et prendre en considération les variables qui sont inexorablement liées au succès. En réponse à une dynamique complexe de l'environnement qui influence la gestion de risques, nous abordons la notion d'exposition aux risques en ayant recours aux facteurs de risques de natures exogènes et endogènes à l'organisation. Nous avons mis en place et appliqué une méthode d'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables basés sur le couplage des facteurs de risques à une analyse hiérarchique multicritère. En ce sens, les variables constituées de facteurs de risques significatifs et influents constituent les critères utilisés dans une approche d'analyse multidimensionnelle du risque au niveau de l'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables. La méthode hiérarchique multicritères AHP (Analytic Hierarchy Process) est mise à parti afin de structurer l'approche, d'agréger et quantifier la probabilité d'occurrence des résultats indésirables composant le risque. L'aspect multidimensionnel de la méthode AHP permet de prendre en compte, à certain égard, des critères de natures objectives, subjectives, quantitatives, qualitatives, tangibles et intangibles, comme nous pouvons être appelé à en rencontrer dans la vie (Saaty, 1984). Cette analyse permet d'extraire des indicateurs quantifiés associés à la réussite sous un angle d'une vision holistique de la chose en mettant en perspective tant le succès de la gestion de projet que du succès du projet. Cette approche s'est révélée être un support significatif d'aide à la décision dans l'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables.

**Mots clés :** Risque, probabilité, AHP, facteur, critère, décision, multicritère.

**DEVELOPMENT OF A METHOD  
TO EVALUATE THE PROBABILITY OF OCCURRENCE  
OF UNDESIRABLE RESULTS IN SOCIOSANITARY CONSTRUCTION  
PROJECTS BY A MULTI-CRITERION APPROACH**

Yves PANNETON

**ABSTRACT**

The evaluation of the probability of occurrence of an event in traditional risk management represents a challenge considering that much of necessary information is difficult, even impossible to obtain for an organization. Moreover, a constant concern for the success of a project leads to identify and take into account the variables which are unrelentingly related to success. In response to a complex dynamics of the environment which influences the management of risks, we approach the concept of risk exposure by having recourse to risk factors that are exogenic and endogenous to the organization. We have developed and applied a method to evaluate the probability of occurrence of undesirable results based on the coupling of the risk factors to a multi-criterion hierarchical analysis. In this direction, the variables made up of factors of significant and influential risks constitute the criteria used in a multidimensional analysis approach to evaluation of the probability of occurrence of the undesirable results. The Hierarchical multi-criterion method AHP (Analytic Hierarchy Process) is used in order to structure the approach, to incorporate and quantify the probability of occurrence of the undesirable results composing the risk. The multidimensional aspect of the AHP method makes it possible to take into account, in certain situations, the objective, subjective, quantitative, qualitative, tangible and intangible criteria, that we might encounter in life (Saaty, 1984). This analysis makes it possible to extract quantified indicators associated with success under a holistic view by putting in perspective the success of project management as well as the success of the project. This approach proved to be a significant support in decision-making in the evaluation of the probability of occurrence of the undesirable results.

**Key words:** Risk, probability, AHP, factor, decision, multi-criterion

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION .....	16
CHAPITRE 1 PROJETS D'INFRASTRUCTURE SOCIO SANITAIRE AU QUÉBEC.....	21
1.1 Le domaine de la construction .....	22
1.2 Nos expériences passées .....	22
1.3 Les dépassements de coûts.....	23
1.3.1 Les dépassements de coûts : leçon apprise .....	24
1.4 La complexité du secteur de la construction.....	25
1.5 La judiciarisation du secteur de la construction.....	28
1.6 Qu'est-ce qu'une infrastructure ? – un début de réponse .....	29
1.6.1 Infrastructure sociosanitaire.....	30
1.7 Les investissements prévus .....	31
1.8 Les changements dans les projets publics d'infrastructure.....	33
1.8.1 Pourcentage moyen des changements.....	33
1.8.2 Analyse du vérificateur général .....	34
1.8.3 Examen de neuf projets.....	35
1.8.4 Progression des coûts depuis l'étape PFT.....	36
1.8.5 Progression des coûts jusqu'à l'étape des plans et devis définitifs.....	37
1.9 Dépassement des coûts du secteur public et privé .....	38
1.10 Conclusion .....	38
CHAPITRE 2 LA GESTION DU RISQUE EN MODE DE GESTION DE PROJET DE CONSTRUCTION .....	40
2.1 Définition de la notion de risque.....	41
2.2 La définition d'un projet .....	45
2.3 Le cycle de vie d'un projet.....	46
2.4 La gestion de risques d'un projet, approche traditionnelle .....	49
2.5 La gestion de risques d'un projet, approche par facteurs de risques .....	55
2.6 Cadre conceptuel d'intégration du risque .....	57
2.6.1 Exposition aux risques en mode gestion de projet.....	59
2.7 Facteurs de risques génériques en mode de gestion de projet .....	61
2.8 Les résultats indésirables .....	62
2.8.1 Dépassement du budget .....	65
2.8.2 Dépassement de l'échéancier.....	65
2.8.3 Non-respect du niveau de qualité / performance .....	65
2.8.4 Abandon du projet.....	65
2.9 Conclusion .....	65
CHAPITRE 3 LA RECHERCHE DU SUCCÈS DANS LES PROJETS .....	67
3.1 Concept du succès.....	67
3.1.1 Distinction entre le succès de la gestion de projet et le succès du projet.....	69



3.1.2	Distinction entre les critères de succès et les facteurs de succès .....	70
3.2	Succès et cycle de vie d'un projet.....	70
3.3	La recherche du succès dans le temps.....	72
3.4	Les facteurs de succès .....	74
3.5	Conclusion .....	76
CHAPITRE 4 MÉTHODE D'ANALYSE MULTICRITÈRE .....		77
4.1	Présentation de la méthode AHP .....	84
4.2	Exemple d'application de la méthode AHP.....	89
4.3	Conclusion .....	96
CHAPITRE 5 PROPOSITION D'UNE MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ D'OCCURRENCE DES RÉSULTATS INDÉSIRABLES .....		98
5.1	Proposition d'une méthode d'aide à la décision .....	98
5.1.1	Méthode d'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables .....	101
5.2	Conclusion .....	107
CHAPITRE 6 APPLICATION DE LA MÉTHODE PROPOSÉE SUR UN PROJET RÉEL DE CONSTRUCTION .....		108
6.1	Mise en contexte et détails du projet existant analysé .....	108
6.1.1	Sélection des facteurs et sous-facteurs de risques associés au projet .....	109
6.1.2	Sélection des résultats indésirables associés au projet.....	112
6.1.3	Établissement du système en une hiérarchie.....	113
6.1.4	Analyse des informations avec le progiciel Expert Choice .....	116
6.1.5	Analyse de la performance de la sensibilité.....	123
6.1.6	Analyses de sensibilité du gradient.....	125
6.2	Conclusion .....	135
CHAPITRE 7 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....		137
7.1	Conclusion .....	137
7.2	Recommandation .....	142
ANNEXE I	LISTE DES ÉTABLISSEMENTS DONT LE VÉRIFICATEUR GÉNÉRAL A EXAMINÉ LES PROJETS .....	144
ANNEXE II	CORRESPONDANCE DES PROCESSUS DE MANAGEMENT DE PROJET PAR RAPPORT AUX GROUPES DE PROCESSUS DE MANAGEMENT DE PROJET ET AUX DOMAINES DE CONNAISSANCES .....	145
ANNEXE III	LA GESTION DU RISQUE.....	147
ANNEXE IV	DÉTAILS DES FACTEURS DE RISQUE GÉNÉRIQUES EN MODE DE GESTION DE PROJET.....	151

ANNEXE V	CONDITIONS PRÉALABLES AUX SUCCÈS DANS LES PROJETS MAJEURS .....	156
ANNEXE VI	FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS DANS UN PROJET D'IMPLANTATION .....	158
ANNEXE VII	FACTEURS DE SUCCÈS ET LEURS DÉFINITIONS .....	159
ANNEXE VIII	FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS SELON PLUSIEURS AUTEURS .....	160
ANNEXE XI	AUTEURS AYANT TRAITÉS DU RÉSULTAT INDÉSIRABLE .....	174
BIBLIOGRAPHIE.....		175

## LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1.1 Investissements du plan quinquennal 2007-2012 <sup>1</sup> (En millions de dollars).....	32
Tableau 1.2 Progression du budget par rapport à l'étape du PFT.....	37
Tableau 4.1 Récapitulatif des méthodes présentées.....	83
Tableau 4.2 Liste de projets déposés .....	89
Tableau 5.1 Liste générique des facteurs de risques et ses variables sous-jacentes ....	105
Tableau 5.2 Liste générique des résultats indésirables .....	107
Tableau 6.1 Facteurs et sous-facteurs de risques retenus .....	110
Tableau 6.2 Résultats indésirables du projet étudié.....	113

## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1	Un siècle de dépassement de coût dans 111 projets (prix constants). .....24
Figure 1.2	L'ensemble des projets - coût moyen de construction : 8.2M.....33
Figure 1.3	Les projets dans la santé - coût moyen : 11.7M % moyen des changements : 14 % . .....34
Figure 1.4	Évolution des budgets et coûts réels de neuf projets (en million de dollars).....36
Figure 2.1	Expression du risque. ....42
Figure 2.2	Cycle de vie d'un projet. ....47
Figure 2.3	Phases des projets. ....48
Figure 2.4	Diagramme de flux des processus de management des risques du projet. ....50
Figure 2.5	Cycle de vie de la gestion des risques.....51
Figure 2.6	Processus de gestion du risque.....52
Figure 2.7	La gestion des risques dans les projets. ....53
Figure 2.8	Distinction entre les risques générés de l'interne et d'externe. ....56
Figure 2.9	Modèle conceptuel d'intégration du risque.....58
Figure 2.10	Exposition au risque.....59
Figure 2.11	Modèle conceptuel du risque en gestion de projets. ....60
Figure 2.12	Liens entre facteurs de risques et résultats indésirables.....63
Figure 2.13	Résultats indésirables et facteurs de risques associés. ....64
Figure 3.1	Relation entre les critères et les facteurs menant à un jugement. ....70
Figure 3.2	Champ d'application de la réussite dans le cycle de vie d'un projet. ....71
Figure 3.3	Mesure du succès à travers le cycle de vie d'un projet. ....73

Figure 4.1	Considérations inhérentes à la prise de décision.....	78
Figure 4.2	Domaine de la décision.....	79
Figure 4.3	Classification des méthodes d'analyse décisionnelle. ....	81
Figure 4.4	Organigramme du processus de décision de la méthode AHP. ....	86
Figure 4.5	Hiérarchie de décision.....	88
Figure 4.6	Hiérarchie de la structure du problème de sélection d'un projet.....	91
Figure 4.7	Matrice de comparaisons par paires des critères en regard de l'objectif....	92
Figure 4.8	Matrice de comparaisons considérant la vétusté.....	93
Figure 4.9	Matrice de comparaisons considérant la sécurité.....	93
Figure 4.10	Matrice de comparaisons considérant la capacité.....	94
Figure 4.11	Performance relative de chaque critère de la hiérarchie. ....	94
Figure 4.12	Agrégation des projets. ....	95
Figure 4.13	Performance relative des critères et des alternatives. ....	96
Figure 5.1	Hiérarchie d'évaluation de probabilité d'occurrence des résultats indésirables. ....	102
Figure 5.2	Hiérarchie « complète » d'évaluation de probabilité .....	104
Figure 6.1	Système hiérarchique du projet étudié.....	114
Figure 6.2	Système hiérarchique « complet » du projet étudié.....	115
Figure 6.3	Priorités locales et générales.....	117
Figure 6.4	Priorités des facteurs de risques.....	119
Figure 6.5	Priorités des facteurs de risques.....	120
Figure 6.6	Priorités des résultats indésirables. ....	121
Figure 6.7	Priorités des résultats indésirables. ....	121
Figure 6.8	Sensibilité de la performance des facteurs de risques.....	124
Figure 6.9	Analyse de sensibilité du gradient - Taille du projet. ....	126

Figure 6.10	Analyse de sensibilité du gradient - Expérience et expertise.....	127
Figure 6.11	Analyse de sensibilité du gradient - Complexité du livrable. ....	128
Figure 6.12	Analyse de sensibilité du gradient - Environnement organisationnel.....	129
Figure 6.13	Analyse de sensibilité du gradient - Complexité du projet. ....	130
Figure 6.14	Analyse de sensibilité du gradient - Caractéristiques des agents externes. ....	131
Figure 6.15	Analyse de sensibilité du gradient - Conditions exogènes.....	132
Figure 6.16	Majoration du facteur « Expérience et expertise (FR2) » de 17 % à 34 %. ....	133
Figure 6.17	Résultats de la majoration du facteur « Expérience et expertise (FR2) ».....	134
Figure 6.18	Majoration du facteur « Complexité du projet (FR5) » de 18,5 % à 37,1 %. ....	134
Figure 6.19	Résultats de la majoration du facteur « Complexité du projet (FR5) ». ..	135

**LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES**

AFITEP	Association Francophone du Management de Projet
AHP	Analytic hierarchy process
CHSLD	Centre d'hébergement de soin de longue durée
CHU	Centre hospitalier universitaire
CHUM	Centre hospitalier universitaire de Montréal
CUSM	Centre universitaire de santé McGill
CSF	Critical success factors
EC	Expert Choice
FS	Facteur de succès
IMEC	International Program on the Management of Engineering and Construction
LEP	Large engineering project
PFT	Programme fonctionnel et technique
PIB	Produit intérieur brut
PMI	Project Management Institute
UQÀM	Université du Québec à Montréal

## **INTRODUCTION**

Le secteur de l'industrie de la construction est sans contredit un des vecteurs importants composant notre économie et cela tant au Canada qu'au Québec. D'ailleurs au Québec, en 2008 les dépenses en immobilisations de l'industrie de la construction contribuaient pour plus de 13 % du produit intérieur brut (PIB) (Québec, 2010).

Des infrastructures (bâtiments, ponts, routes, etc.) de qualité sont essentielles afin d'assurer une meilleure qualité de vie des gens en société. L'activité économique générée et découlant de cette industrie de la construction représente un facteur déterminant de développement et de croissance pour notre société moderne et demeure un incontournable afin de répondre à nos besoins toujours grandissants. De plus, ses activités contribuent à maintenir la pérennité des infrastructures publiques, à la fois patrimoine collectif et héritage laissé par les acteurs du passé et offre la possibilité de construire ceux qui seront requis et que nous lèguerons à nos enfants le tout avec une vision qui s'inscrit dans le respect d'une équité intergénérationnelle.

### **Les infrastructures du réseau de la santé du Québec**

An niveau des infrastructures publiques, le secteur de la santé du Québec possède, entre autres, un imposant parc immobilier, composé d'hôpitaux, de centres d'hébergement de soin de longue durée (CHSLD), etc. lequel est évalué, exprimé selon une notion de valeur de remplacement calculée, à environ 15 milliards de dollars 2009.

Le parc immobilier du secteur public de la santé du Québec est vieillissant avec une moyenne d'âge de l'ordre de 42 ans. La répartition et l'âge correspondant se présentent comme suit : 23 % du parc de 0 à 19 ans, 62 % du parc de 20 à 69 ans et 15 % du parc de 70 ans et plus (Gauvreau, 2008).

En matière de budget en maintien d'actifs récurrent, sur une base annuelle, le parc immobilier requiert un apport financier substantiel estimé à 2 % de la valeur de



remplacement calculée. Pour le gouvernement, cet apport financier spécifique s'ajoute aux investissements des autres sommes requises pour les rénover, les améliorer et les entretenir et ainsi répondre aux demandes de développement, de remplacement et de nouvelles constructions d'infrastructures.

### **Problématiques de dépassement de coûts et d'échéancier**

Le secteur public, tout comme le secteur privé, ne se voit pas épargné par la difficulté à contenir, entre autres, les coûts de construction et à s'inscrire dans les échéanciers planifiés et annoncés. En ce sens, au moment d'entreprendre un projet de construction le succès n'est certes pas assuré à tous les niveaux ni garanti d'emblée au départ. À chaque projet, le gestionnaire se trouve en présence d'une très grande quantité d'information dont certaines peuvent nécessiter un niveau de contrôle particulier et même être maîtrisées, le cas échéant.

### **Objectif du mémoire**

Partant de la prémisse qu'une meilleure connaissance des risques ayant cours dans l'environnement favorise le succès, l'axe central de ce mémoire met en relief une dynamique complexe de l'environnement (Saaty, 1980) dans lequel évolue un projet de construction. Cet environnement, constitué de multiples facteurs de risques et dont leurs interrelations tissées entre certaines variables cibles, appelées tout aussi facteurs de succès, peuvent aboutir à exprimer l'intensité des résultats jugés indésirables et significatifs. Ce qui peut mener alors le décideur à remettre en question ou à revoir certains éléments constituant le projet, dû à l'influence non souhaitable observée sur la finalité du projet.

Ce mémoire présente une vue (réflexion) provenant de l'intérieur du système du réseau québécois de la santé et veut offrir une approche dite pragmatique de la représentation de l'analyse des risques d'un projet de construction d'infrastructure sociosanitaire à l'étape de planification, c'est-à-dire en amont de la réalisation, sous la forme d'une proposition d'une

méthode d'aide à la décision ayant comme attribues des facteurs de risques génériques. Les objectifs visés du mémoire sont :

1. Développer une méthode pour évaluer la probabilité d'occurrence des résultats indésirables, lesquels sont préalablement connus dans un projet de construction sociosanitaire.
2. Identifier les résultats indésirables prédominants pour un projet de construction réel.
3. Voir à composer avec un contexte sociosanitaire complexe en utilisant une approche multicritère.

### **Méthodologie**

La méthodologie utilisée afin de rencontrer les objectifs mentionnés ci-avant consiste à :

1. Recourir aux facteurs de risques significatifs et influents sur les résultats indésirables, lesquels facteurs sont présents dans l'environnement d'un projet de construction sociosanitaire.
2. Coupler ces facteurs de risques (effets combinés) afin d'exprimer leurs influences sur les résultats indésirables identifiés.
3. Utiliser la méthode hiérarchique multicritères AHP (Analytic Hierarchy Process) afin de prendre en compte l'ensemble des facteurs de risques.

### **Envergure et limite du mémoire**

La limite de ce mémoire s'inscrit et s'exprime en regard de la disponibilité et de la justesse de l'information recueillie, et ce, de façon propre à chaque projet, compte tenu de leur nature intrinsèque, et de l'expérience dite « terrain » de chacun des utilisateurs.

Une revue substantielle de la littérature a été conduite afin de relever les principaux facteurs de risques, appelés aussi facteurs critiques de succès, qui ont été préalablement identifiés lors

des études réalisées par certains auteurs. Cette revue de littérature est également bonifiée de l'expérience spécifique de l'auteur à la dynamique présente dans le secteur de la construction d'infrastructure sociosanitaire, par son intégration dans un système d'aide à la décision.

La méthode hiérarchique multicritère (AHP) est utilisée pour mettre en relief et exprimer la vision multidimensionnelle du système, dans le cadre de l'analyse des risques, afin de faire ressortir l'effet combiné d'un ensemble de facteurs de risques retenus, et susceptibles d'induire des effets non désirés en allant au-delà de l'éloquence des informations soutirées des listes et facteurs de risques isolément.

### **Organisation du mémoire**

Le présent mémoire est composé de 7 chapitres. Le premier chapitre comporte une revue de littérature présentant le domaine de la construction exposé aux problématiques de dépassements de coûts, d'échéancier et lève le voile par la même occasion sur sa complexité inhérente. Un constat de faits et un rapprochement sont effectués en regard de certains projets d'infrastructures sociosanitaires réalisés au Québec. Le chapitre 2 présente les notions relatives à la gestion de risque et focalise plus spécifiquement sur son application en mode de gestion de projet par l'entremise des facteurs de risques, lesquelles notions seront utilisées par la suite. Au chapitre 3 le concept de la recherche du succès est précisé en regard de la distinction s'opérant entre le succès de la gestion de projet et celui du projet ainsi qu'entre les critères et les facteurs succès. Le chapitre 4 introduit l'analyse multicritère privilégiée dans le développement de la méthode d'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables des projets de construction. Le cinquième chapitre expose la méthode d'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables proposée qui a été développée, constituant le cœur du mémoire. Le chapitre 6 montre l'application et la validation de la méthode proposée sur un projet de construction existant et contient également les discussions sur les résultats obtenus. Le chapitre 7 comporte la conclusion générale de la présente recherche ainsi que les recommandations pour les travaux futurs et les axes suggérés que nous privilégions.

Mais auparavant, nous désirons ici présenter un adage que nous qualifions de signifiant relativement au risque que nous pouvons percevoir chacun dans notre projet, il se présente comme suit : « si votre projet ne comporte aucun risque, alors ne le réalisez pas » (Demarco et Timothy, 2003).

## **CHAPITRE 1**

### **PROJETS D'INFRASTRUCTURE SOCIO SANITAIRE AU QUÉBEC**

Le secteur public de la santé et des services sociaux du Québec possède un imposant parc immobilier qui est évalué en 2009, exprimé selon une notion de valeur de remplacement calculée, à environ 15 milliards de dollars (Gauvreau, 2008). Ce parc immobilier constitue un élément intrinsèque et important du système de santé.

Les infrastructures publiques du Québec prennent de l'âge. Le parc immobilier n'y échappe pas et se fait vieillissant et obsolète. Ne serait-ce qu'à titre d'exemple, les hôpitaux ont plus de 40 ans (Québec, 2007). Le gouvernement consacre un apport financier substantiel en regard du maintien d'actifs récurrent sur une base annuelle estimée à 2 % d'une valeur de remplacement calculée. En sus, celui-ci consent annuellement également des sommes importantes pour le rénover, l'améliorer, l'agrandir et développer de nouveaux projets.

Les investissements en infrastructures pour le réseau de la santé à l'échelle du Québec s'élèvent pour l'année financière 2009 - 2010 à plus de 400 millions de dollars au chapitre du maintien d'actifs et de la rénovation fonctionnelle mineure. De façon plus macro, le plan quinquennal annoncé 2007-2012 du gouvernement prévoit des investissements de 30 milliards de dollars dans l'ensemble des infrastructures publiques dont plus de 7,1 milliards de dollars seront destinés à répondre à certains besoins dans le réseau de la santé. Nous comprenons qu'au niveau des investissements financiers les enjeux sont considérablement importants pour notre société et requièrent que nous nous y consacrons les énergies nécessaires afin d'agir avec efficience et efficacité.

Dans la littérature plusieurs ouvrages soulignent que le secteur public, tout comme le secteur privé, ne se voit pas épargné par la difficulté à contenir les coûts de construction et à s'inscrire dans les échéanciers planifiés et annoncés (Baker, Fisher et Murphy, 1983).

## **1.1 Le domaine de la construction**

D'entrée de jeu, une évidence que connaît et vit notre société, et soulignée par Smith (1999) à l'effet que le domaine de la construction n'a pas une bonne réputation et a en aversion les changements qui amènent des changements de programme, des dépassements de coûts et d'échéancier. Ce dernier mentionne tout de même que les changements demeurent inhérents aux travaux du domaine de la construction. Pour sa part, Kerzner (2006) évoque et va dans le même sens, à l'effet que très peu de projets sont complétés sans effectuer des compromis ou changements de temps, coût et qualité.

## **1.2 Nos expériences passées**

Depuis plusieurs années, notre expérience nous enseigne à demeurer humble en regard des échecs constatés pour plusieurs projets réalisés dans le secteur public. Mentionné dans Baker et al. (1983), Martin (1979) note que le Canada a essuyé sa part d'échecs dans la réalisation de plusieurs projets tels, par exemple, le Panartic, la Baie James, la centrale nucléaire de Gentilly, le Stade Olympique de Montréal et le réseau de défense NORAD.

Dans le même sens, en scrutant notre mémoire collective récente, celle-ci nous rappelle que la réalité est bien présente tout en étant près de nous. Ne serait-ce qu'en se remémorant quelques projets, cités par Chebil (2008), tels : le projet de la Gaspésia, le prolongement du Métro de Laval, le Centre hospitalier Honoré Mercier, la Résidence Riviera. De plus, tout récemment, quelques autres projets ont occupé l'actualité et fait l'objet de médiatisation abondante, par exemple, l'Îlot voyageur de l'UQÀM et le projet de modernisation des centres universitaires de Montréal (CHUM, CUSM et CHU Sainte-Justine) actuellement en préparation.

### 1.3 Les dépassements de coûts

Plusieurs auteurs s'accordent pour dire que des problèmes sont souvent rencontrés quant aux dépassements de coûts (Baker, Fisher et Murphy, 1983; Flyvbjerg, Bruzelius et Rothengatter, 2003; Miller et al., 2000; Morris et Hough, 1987; Smith, Merna et Jobling, 1999).

Selon Morris et Hough (1987) le dépassement de coût semble être la norme dans les projets de constructions. Une étude couvrant plus de 3 500 projets provenant de divers domaines dans le monde, indique que typiquement les dépassements de coûts observés dans les projets se situent entre 40 % à 200 % (Morris et Hough, 1987). Smith (1999) confirme que la contrainte de coût est l'élément qui prédomine souvent sur le temps et la qualité. Quand à Miller et al. (2000) selon leurs études, portant sur les grands projets d'ingénierie (LEP) dans plusieurs domaines (armes, énergie, pétrochimie, énergie, etc.), les dépassements de coûts constatés vont de 30 % à 700 %.

Le problème des dépassements de coûts est également soulevé dans l'ouvrage de Flyvbjerg et al. (2003) dans le cadre des projets majeurs d'infrastructure en transport. La différence entre l'estimation des coûts et la réalité est souvent de 50 % à 100 %. Également, ils constatent que les dépassements de coûts peuvent aussi être associés à la difficulté reliée à la capacité de prévoir les revenus, dans certains projets, mettant en péril et à risque la viabilité de ceux-ci alors que le résultat attendu devait induire une croissance de l'économie, par voie de conséquence cela en devient un obstacle possible à celle-ci. Ces derniers appellent ce phénomène le « paradoxe de performance ».

D'autre part, les dépassements de coûts relevés dans plusieurs projets majeurs que ce soit dans le secteur public ou dans le secteur privé, demeurent tout à fait comparables (Baker, Fisher et Murphy, 1983). Bien que certaines calamités ont été constatées par l'association *Major Projects Association*, Flyvbjerg et al. (2003) tiennent à préciser que les dépassements de coûts sont aussi communs dans le secteur privé, conséquemment, ils ne sont pas réservés au secteur public.

### 1.3.1 Les dépassements de coûts : leçon apprise

En regard de nos expériences antérieures, tout laisse croire, au niveau des dépassements de coûts, que le passé regorge d'un grand potentiel de leçon que nous pouvons assurément retirer à notre avantage. Celles que nous avons déjà retirées et pour ce que nous en avons fait, cela représente, selon nous, une bien mince consolation pour le moment, mais laisse beaucoup de place pour les réussites à venir.

Nous sommes à même de constater qu'il n'y a pas eu de décroissance de l'envergure des dépassements de coûts dans le temps. Tout indique que nous en sommes pratiquement au même point qu'il y a 30 et même 70 ans (Flyvbjerg, Bruzelius et Rothengatter, 2003) : Voir Figure 1.1.

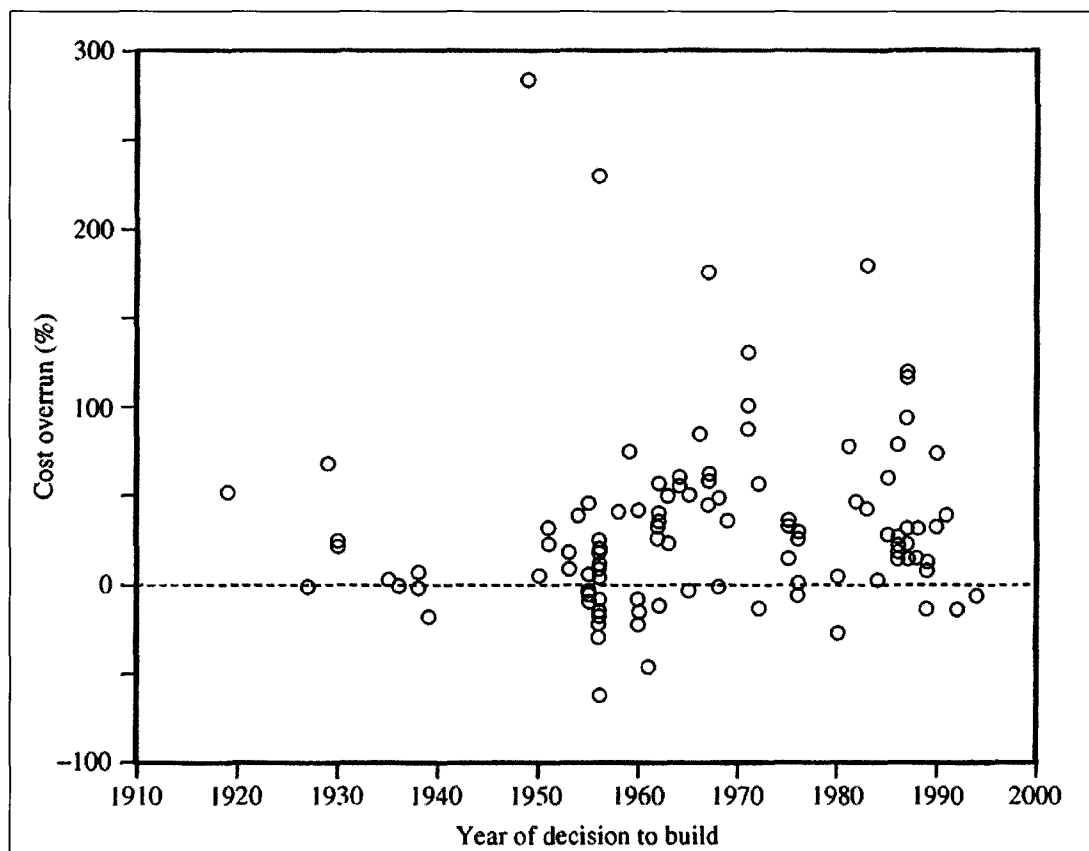


Figure 1.1 Un siècle de dépassement de coût dans 111 projets (prix constants).  
Tirée de Flyvbjerg et al. (2003, p. 18)



Ce constat désappointant, quant à l'imprécision des estimations des projets exprimée dans le temps, laisse présumer qu'une certaine chronicité s'est bien installée dans notre façon de faire les choses. Flyvbjerg et al. (2003) abordent la principale cause de dépassement de coûts sous l'angle d'un manque de réalisme dans les estimations initiales des projets majeurs. Ils précisent par exemple que les délais et les coûts sont sous-évalués dès le départ, la provision des contingences est faible, les changements apportés aux spécifications et à la conception ne sont pas correctement pris en compte dans le projet, etc.

Conséquemment, cela suggère de s'interroger face à l'avenir afin de nous amener à considérer la révision de nos paradigmes. Le renvoi de cette image, témoigne possiblement de l'existence d'une complexité innée associée particulièrement au domaine de la construction, et ce, même en regard de l'évolution constante de notre société dite moderne, disposant de plus en plus d'outils, de techniques et de moyens. Sans vouloir verser dans la non-vérité, nous pouvons prétendre que cet état de fait est intégré en partie à notre culture, bien qu'il ne faille pas s'en réjouir pour autant, et constitue d'une certaine manière une part d'acceptabilité sociale collective.

#### **1.4 La complexité du secteur de la construction**

Selon Lifson et Shaifer (1982) les problèmes dans la construction demeurent nombreux et complexes et leurs interrelations sont extrêmement compliquées. La complexité semble inhérente au domaine de la construction et cela provient de ses débuts.

Il est connu, l'environnement dans lequel évolue le domaine de la construction a la particularité d'être de nature dynamique (Chan, Scott et Chan, 2004) et interagît de façon continue avec un ensemble de facteurs humains qui module en permanence nos décisions et comportements, et qui à leur tour influent sur notre environnement et cela dans une spirale d'allure sans fin.

Dans une étude sur les grands projets d'ingénierie (LEP) Miller (2000) soutient la thèse que l'échec d'un projet ne s'inscrit pas en lien direct avec la complexité d'un projet, mais fait plutôt référence à l'existence d'une dynamique, qui est en soi, complexe.

Vue sous un angle en provenance du domaine judiciaire et relatif à un esprit de règlement de différend, mentionné dans Pisapia (2008), voici comment un juge américain présente sa perception et caricature un projet de construction :

« [...] except in the middle of a battlefield, nowhere must men coordinate the movement of other men and all materials in the midst of such chaos and with such limited certainty of present facts and future occurrences as in a huge construction project [...] Even the most painstaking planning frequently turns out to be mere conjecture and accommodation to changes must necessarily be of the rough, quick and ad hoc sort, analogous to everchanging commands on the battlefield. » (Pisapia, 2008, p. 4)

Plus près de nous, voici comment le Conseil de la science et de la technologie du gouvernement québécois, qui s'intéresse aux grandes tendances de l'industrie de la construction du Québec, exprime et résume sa vision de la complexité de l'industrie de la construction, présenté dans son rapport déposé en 2003 :

« Plus un processus qu'une industrie, la construction est une activité complexe. Il s'agit classiquement de l'exécution séquentielle de différentes tâches qui vont de la définition des besoins jusqu'à l'exploitation du bâtiment. L'adjudication des contrats au plus bas soumissionnaire a une influence structurelle majeure. L'organisation du travail y est décentralisée, la coordination informelle, si bien que chaque acteur tend à transférer aux suivants les problèmes éprouvée dans l'exécution de sa tâche. L'unicité de chaque projet freine l'adoption de techniques de production de masse et amène à travailler ensemble, de façon temporaire, des entreprises qui souvent ne se connaissent pas. Les problèmes de communication, voire les antagonismes (et les recours aux tribunaux) qui s'ensuivent ne sont pas propices à l'innovation. » (Québec, 2003, p. 7)

Nous convenons qu'à prime à bord un projet de construction, demeure une entreprise simple, conceptuellement. Cependant, de façon pragmatique, il peut s'avérer quelque peu compliqué

à réaliser et à mettre en œuvre dans certains cas, tenant compte de l'existence de la multiplicité des variables potentielles en jeux dans cet environnement complexe. Ces variables peuvent prendre la forme, par exemple, d'intervenants multiples, d'événements non désirés, etc. Celles-ci peuvent avoir une provenance de nature exogène ou endogène de l'organisation dans le sens que le premier a trait à l'environnement de l'organisation (ou du projet) et peut être représenté par exemple par les conditions du marché, le taux de change, les conditions climatiques, en fait tout ce sur quoi l'organisation ne peut exercer de contrôle, alors considéré comme non modifiable. Le second est généré par l'organisation même, c'est-à-dire en raison de la culture de l'organisation, des caractéristiques des individus, des produits par exemple.

Le monde est en constante évolution et sa survie implique une adaptation continuelle aux changements (Smith, Merna et Jobling, 1999). Ce qui n'est pas sans rappeler l'assertion du philosophe grec Héraclite (v. 540 av. J.-C.-v. 475 av. J.-C.) qui disait ceci « rien n'est permanent sauf le changement ». Cette dernière s'avère on ne peut plus vraisemblable et illustre bien une réalité encore présente de nos jours, devant laquelle il ne faut certes pas s'incliner et abdiquer, mais plutôt percevoir la suite des choses comme la possibilité de saisir des opportunités de développement et d'innovations stimulantes.

Un projet de construction représente également une entreprise complexe (Chan, Scott et Chan, 2005) dans le sens que sa réalisation s'effectue généralement en terrain non contrôlé d'où une plus grande possibilité qu'émergent des difficultés. Et cela, en comparaison avec l'industrie de fabrication industrielle de produits, dont cette dernière se retrouve généralement dans un milieu donné plus adapté spécifiquement aux opérations nécessaires à la production avec la particularité et l'avantage de pouvoir être contrôlé. Nonobstant cette comparaison un peu simpliste, ce secteur doit tout aussi composer avec ses propres défis à relever.

## 1.5 La judiciarisation du secteur de la construction

La complexité s'exprime aussi dans le sens notamment où le domaine de la construction est généralement reconnu par beaucoup d'acteurs comme un domaine ayant un nombre impressionnant de lois, de règlements, de codes et normes le régulant. La nature même du domaine fait en sorte que nous constatons que les conflits et différends sont inhérents au milieu de la construction, cependant leurs gestions représentent un facteur important ayant une incidence directe sur la réussite d'un projet. Nous constatons depuis plusieurs années que ce domaine exprime une tendance toujours plus forte à se judiciariser de surcroît.

En ce sens, voici un extrait de ce qui a présenté le 13 février 2008 dans le cadre des travaux parlementaires de la commission permanente de l'administration publique au Québec, concernant certaines réclamations judiciarisées relatives au secteur de la construction du réseau de la santé ;

« Alors, l'ensemble des réclamations qui sont présentées à la corporation au plan judiciaire au cours des... Puis je remonte... C'est actuel, mais ça remonte de 2002 à 2007, là, c'est des projets qui sont dans cette période-là. La valeur est de... En matière de construction, les réclamations judiciaires réglées et non réglées sont à 30 967 000 \$. Pour la même période, le budget global des projets mis à exécution, qui apparaît dans le... selon les données qu'on retrouve dans le rapport annuel, pour ces cinq périodes, cinq exercices financiers, est de 677 525 397 \$. » (Québec, 2008b)

Cet extrait nous présente un aspect de la situation qui peut prévaloir dans la réalité, spécifiquement dans le secteur de la santé au Québec et ce dans le cadre de la judiciarisation de certaines réclamations. Ces informations nous permettent de saisir qu'une partie de la vision globale de la situation pour des raisons de disponibilité de données dans un premier temps et pour d'autres raisons qui nous échappent. Nous comprenons que d'autres coûts inhérents, tels les frais juridiques, d'expertises, etc., s'ajoutent à ces montants. Précisons cependant, qu'aucune mention ne permet de juger de la validité ainsi que de la recevabilité des réclamations déposées et des impacts financiers que cela occasionne pour les parties

concernées. Mais, il n'en demeure pas moins que cela peut représenter un certain indicateur au niveau du succès des projets et reflète, à certains égards, la nature de la complexité sous-jacente reliée au domaine de la construction.

## **1.6 Qu'est-ce qu'une infrastructure ? – un début de réponse**

Le terme « infrastructure » réfère à un concept philosophique ayant pris naissance au XIX<sup>e</sup> siècle et exposé par de Karl Marx et Friedrich Engels afin de désigner ce qui est relatif à la production (Québec, 2009).

Or, dans les années 1950, le terme « infrastructure » détenait un caractère relatif à des études sur la guerre de mobilisation de l'OTAN et ce n'est que par la suite qu'il commença à désigner des investissements de toutes sortes, tels ceux relatifs aux capitaux humains ainsi qu'aux investissements d'installations physiques (Batt, 1984). Selon les auteurs Grimsey et Lewis (2002) depuis la Deuxième Guerre mondiale, le gouvernement en a été le principal pourvoyeur.

La signification du terme « infrastructure » évolue sans cesse. De nos jours, les infrastructures matérielles comprennent de façon générale les investissements relatifs à l'énergie (centrale électrique, etc.), au transport (route, pont, tunnel, etc.), à l'eau (égout, traitement des eaux usées, aqueduc, etc.), aux télécommunications, aux infrastructures sociales (hôpitaux, prisons, etc.) (Grimsey et Lewis, 2002; Harchaoui, Tarkhani et Warren, 2003).

Ce n'est que tout récemment, c'est-à-dire à partir des années 1980, qu'un renouveau est apparu dans l'utilisation plus spécifique du terme, dans les pays industrialisés de l'Amérique du Nord et de l'Europe en lien étroit avec des raisons de détérioration et de sécurité. De façon générique, il a été défini que l'infrastructure représente un ensemble de moyens économiques et techniques d'un pays ou d'une région (Québec, 2009), laquelle sert à offrir des services essentiels (Buhr, 2003) contribuant à l'accroissement de la capacité de production de

l'économie. Il est fréquemment d'usage de la définir par l'entremise de ses fonctions essentielles (Buhr, 2003). Torrissi (2009) s'empresse de préciser, qu'on ne retrouve pas de définition précise standardisée à ce jour dans la littérature économique.

En ce sens, Roy (2008) exprime bien l'importance du rôle fondamentalement essentiel que joue le capital d'infrastructure dans notre société :

« L'importance du capital d'infrastructures des administrations publiques repose sur le fait qu'il constitue un ensemble de structures et de réseaux sur lesquels s'édifient un grand nombre d'activités humaines et matérielles nécessaires à la croissance de nos économies et à l'amélioration de notre niveau de vie. Sa fonction est de permettre aux personnes, aux marchandises et aux idées de circuler ou d'assurer l'accès aux nécessités de l'existence comme boire une eau saine, être en sécurité et se divertir. » (Roy, 2008, p. 7)

Les immeubles, les ouvrages de génie civil ainsi que certains équipements déterminés par le gouvernement, sont des composants constituant le capital d'infrastructure publique.

De fait, au Québec, selon la Loi favorisant le maintien et le renouvellement des infrastructures publiques, voici comment est déterminée une infrastructure publique : « une infrastructure est considérée comme publique si le gouvernement contribue financièrement, directement ou indirectement, à sa construction, à son acquisition, à son entretien ou à son amélioration » (Québec (Province), À jour au 1er mars 2010).

Plus spécifiquement, dans le réseau sociosanitaire québécois, nous distinguons trois catégories d'infrastructures, soit les immeubles, les équipements et les actifs informationnels. Précisons ici, que l'intérêt du présent mémoire vise spécifiquement celle concernant les immeubles.

### **1.6.1 Infrastructure sociosanitaire**

À ce chapitre, le secteur public de la santé et des services sociaux du Québec possède un imposant parc immobilier constitué de 292 établissements, 1 745 installations (lieux

physiques), 2 400 bâtiments publics : CHSLD, centres Jeunesse, centres de réadaptation, centres hospitaliers de soins généraux et/ou spécialisés, centres universitaires avec soins et équipement ultra spécialisés (Gauvreau, 2008).

### **1.7 Les investissements prévus**

Sans contredit, la réalisation d'un projet de construction d'infrastructure publique nécessite beaucoup de ressource à toutes les étapes ; de l'identification des besoins, de la conception, de la réalisation jusqu'à sa mise en service et exploitation. Au niveau de la disponibilité des ressources humaines et financières, celles-ci sont d'emblée limitées.

Selon le Plan québécois des infrastructures rendu public à l'automne 2007, duquel émerge le Plan quinquennal d'investissement (PQI) 2007-2012, prévoit des investissements de plus de 7,1 milliards de dollars en Santé, soit un peu plus de 24 % des prévisions pour l'ensemble des secteurs comprenant également le réseau routier, le transport en commun, l'éducation, la culture, les infrastructures municipales, les logements publics, la recherche et la justice et sécurité publique : *Voir* Tableau 1.1.

Tableau 1.1 Investissements du plan quinquennal 2007-2012<sup>1</sup> (En millions de dollars)  
Tiré de Québec (2007)

Secteurs	Maintenance d'actifs				Amélioration et remplacement	Total
	Budget actuel	Budget additionnel	Résorption du déficit d'entretien sur 15 ans <sup>2</sup>	Sous-total		
Réseau routier <sup>3</sup>	5 665,5	830,3	2 282,2	8 778,0	1 065,6	9 843,6
Transport en commun	1 028,9	94,0	437,8	1 560,7	439,7	2 000,4
Santé	3 568,0	276,1	808,4	4 652,5	2 474,1	7 126,6
Éducation	4 104,4	168,3	880,0	5 152,7	442,0	5 594,7
Culture	393,0	145,5	176,4	714,9	—	714,9
Infrastructures municipales	—	1 171,4	778,8	1 950,2	1 200,3	3 150,5
Logements publics	—	242,4	168,0	410,4	—	410,4
Recherche <sup>4</sup>	0,5	13,9	—	14,4	—	14,4
Justice et sécurité publique	119,5	32,5	—	152,0	652,2	804,2
<b>TOTAL</b>	<b>14 879,8</b>	<b>2 974,4</b>	<b>5 531,6</b>	<b>23 385,8</b>	<b>6 273,9</b>	<b>29 659,7</b>

<sup>1</sup> Excluant des investissements de 7,6 milliards de dollars au titre du parachèvement de projets déjà annoncés ainsi que les investissements des ministères, des organismes budgétaires et des fonds spéciaux autres que le Fonds de conservation et d'amélioration du réseau routier (FCARR) qui s'élèvent annuellement à 1,2 milliard de dollars.

<sup>2</sup> Au total, le déficit d'entretien cumulé assumé par le gouvernement du Québec s'élève à 8,6 milliards de dollars pour le réseau routier, 1,6 milliard de dollars pour le transport en commun, 3,0 milliards de dollars pour la santé, 3,3 milliards de dollars pour l'éducation, 0,7 milliard de dollars pour la culture, 2,9 milliards de dollars pour les infrastructures municipales et 0,6 milliard de dollars pour les logements publics.

<sup>3</sup> Le budget actuel alloué au maintien d'actifs pour le réseau routier a été établi sur la base d'un budget d'investissements annuel de 1,7 milliard de dollars.

<sup>4</sup> À ces montants s'ajoute une enveloppe de 752,3 millions de dollars inscrite au titre du parachèvement, pour l'appui au financement d'infrastructures de recherche principalement dans le cadre de la Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation.

Le Tableau 1.1 montre que l'investissement substantiel totalisant près de 7,13 milliards de dollars (voir ellipse rouge au trait prononcé) prévu dans le réseau de la santé au chapitre des immobilisations est constitué de 4,65 milliards de dollars (voir ellipse rouge au trait mince) et de 2,47 milliards de dollars (voir ellipse rouge au trait mince) respectivement dans le maintien d'actifs et dans l'amélioration et remplacement. Près de 80 % des sommes prévues au plan sont destinées à l'entretien et à la rénovation des infrastructures publiques, ayant comme objectif d'entreprendre l'élimination des déficits cumulés des années passées. Cette résorption des déficits, négligences attribuables aux décisions prises dans le passé, est étalée sur une période de 15 ans.



## 1.8 Les changements dans les projets publics d'infrastructure

Récemment, Chebil (2009) a posé un regard critique sur la construction d'infrastructure québécoise réalisée entre 1997 et 2007 sur 147 projets. Cette étude cible les projets de plusieurs secteurs tels : la santé (34 %), les commissions scolaires (18 %), les Cégeps et Universités (24 %), le secteur municipal et les villes (16 %), et des transports (8 %). Entre autres, il est possible d'avoir un portrait du pourcentage des changements dans les projets.

### 1.8.1 Pourcentage moyen des changements

Les résultats de la première phase de la recherche montrent que l'impact des coûts au niveau des changements dans le cadre de l'ensemble des projets de construction s'élève à environ 13.1 % du coût du projet pour une valeur moyenne des projets de 8.2 M\$ : Voir Figure 1.2.

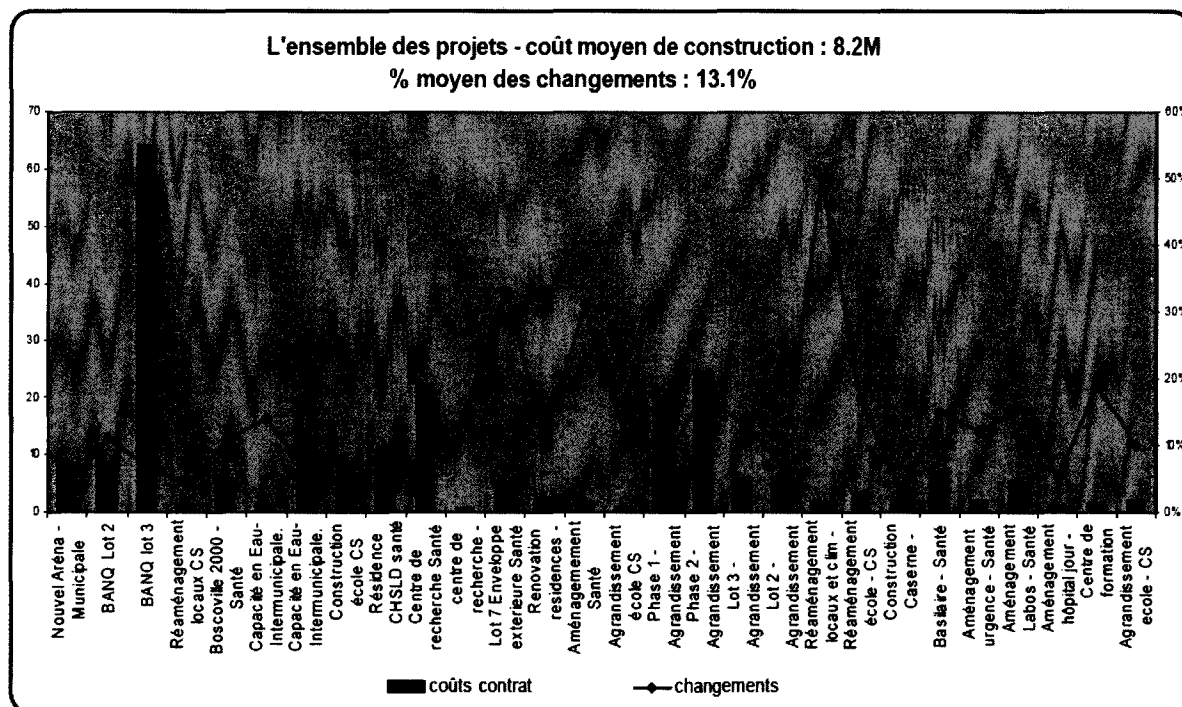


Figure 1.2 L'ensemble des projets - coût moyen de construction : 8.2M  
% moyen des changements : 13.1 %.

Tirée de Chebil (2009, p. 13)

Plus spécifiquement, le secteur de la santé qu'en à lui montre des résultats moins reluisants en affichant une moyenne plus élevée se situant à 14 % du coût du projet pour les changements en regard d'une valeur moyenne des projets étudiés de 11.7 millions de dollars. Voir Figure 1.3.

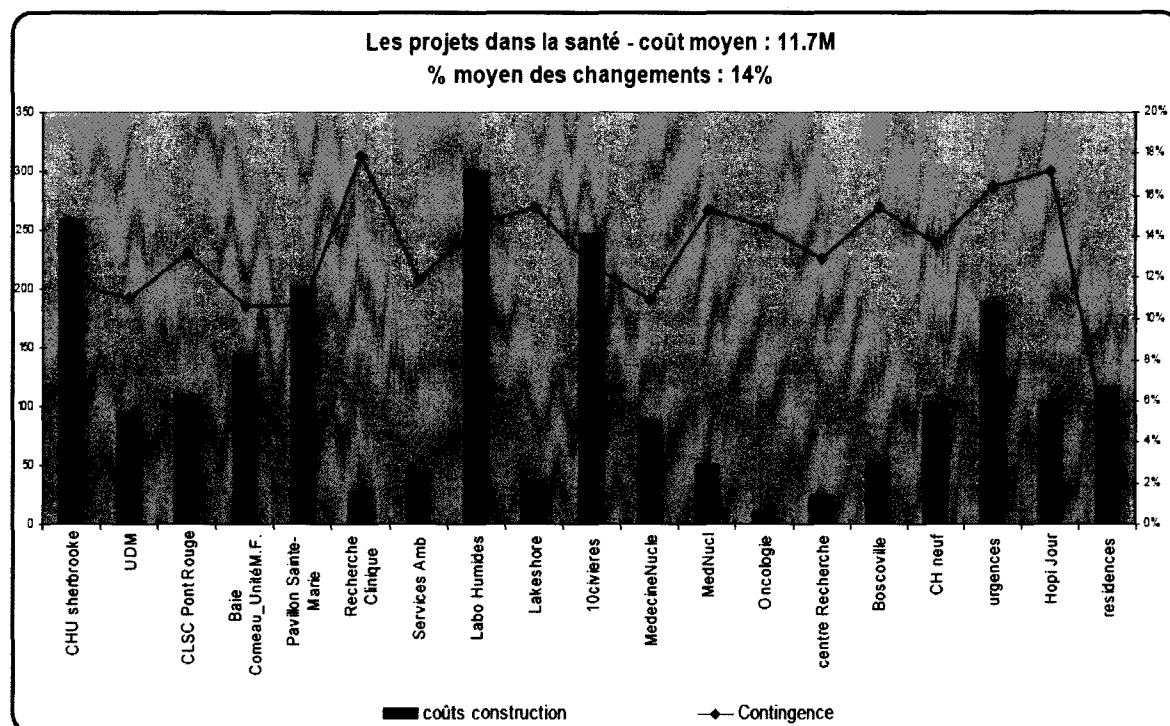


Figure 1.3 Les projets dans la santé - coût moyen : 11.7M  
% moyen des changements : 14 %.  
Tirée de Chebil (2009, p. 16)

### 1.8.2 Analyse du vérificateur général

Dans son rapport, le Vérificateur général du Québec précise d'entrée de jeu que le parc immobilier du réseau de la santé et des services sociaux constitue une composante essentielle du système de santé (Vérificateur général du Québec, 2006). Chaque année, le gouvernement y consacre des ressources importantes pour l'entretenir, le rénover, l'améliorer et l'agrandir.

### 1.8.3 Examen de neuf projets

Dans le cadre de la commission permanente de l'administration publique, le Vérificateur général du Québec mentionnait lors des travaux parlementaires en février 2008 :

« Par ailleurs, notre examen de neuf projets de construction terminés montre que les coûts réels des projets dépassent de 19 % à 204 % ceux annoncés lors de la mise à l'étude. Des changements importants dans la portée des projets et dans les budgets y afférents se sont produits durant la planification et l'exécution de la plupart d'entre eux. Certains sont reliés notamment à une mauvaise définition des besoins des établissements, à l'utilisation d'estimations incomplètes ou à une analyse insuffisante des risques. » (Les travaux parlementaires, 2008)

Soulignons tout d'abord, qu'un programme fonctionnel et technique (PFT) présente les besoins exprimés par l'établissement ainsi que la justification s'y rattachant. Le PFT devient alors la commande à exécuter, à donner aux professionnels par exemple.

La Figure 1.4 montre l'évolution des budgets et coûts des neuf projets (Voir la liste des projets à l'annexe I, p. 144), à partir du moment de leur mise à l'étude lors de l'établissement du PFT, et ce, jusqu'à leurs réalisations. Ces étapes couvrent : l'annonce de la mise à l'étude pour un total de 189.9 M\$, l'étape des plans et devis préliminaires pour un total de 222.4M\$, l'étape des plans et devis définitifs pour un total de 266.0M\$ et les coûts réels pour un total de 285.3M\$, c'est-à-dire, incluant tous les travaux réalisés. Nous constatons que dans l'ensemble la progression moyenne du budget initial est de l'ordre de 50.2 %. : Voir Figure 1.4.

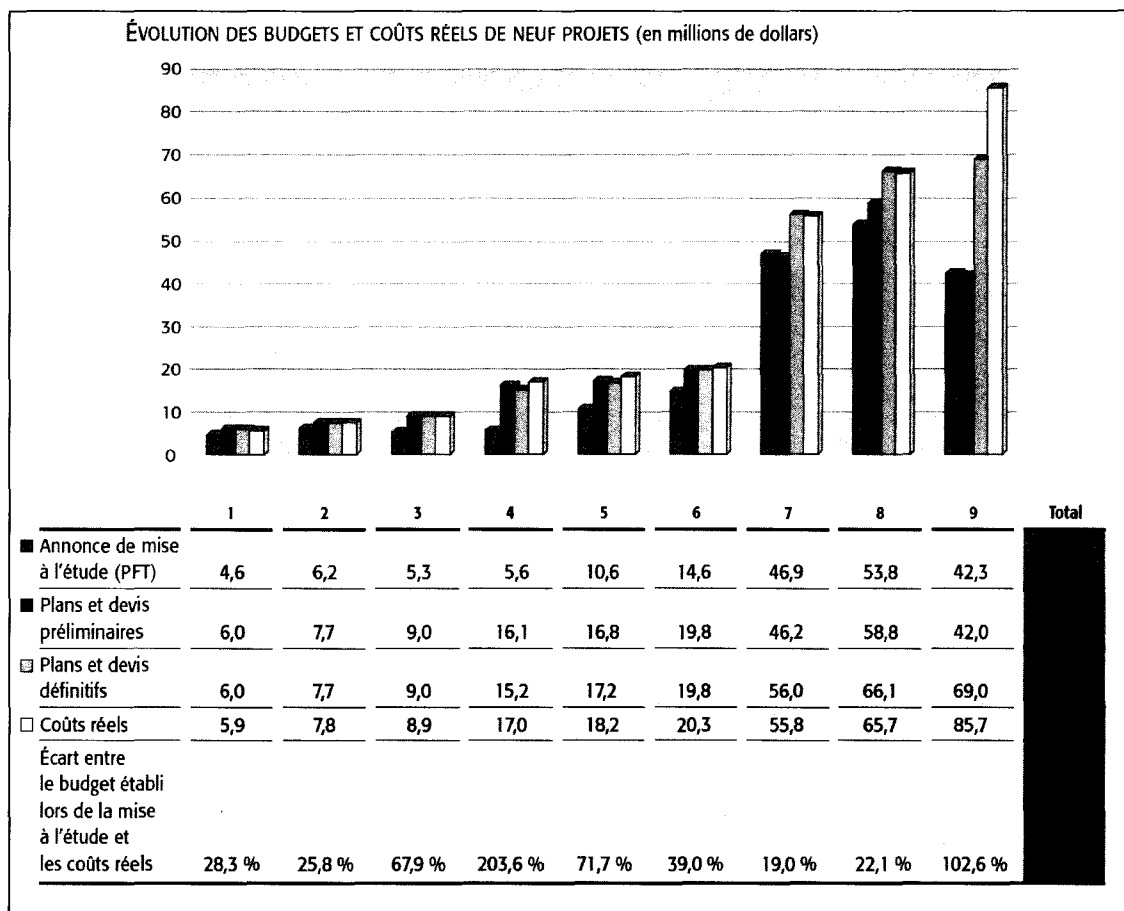


Figure 1.4 Évolution des budgets et coûts réels de neuf projets (en million de dollars).  
Tirée de Vérificateur général du Québec (2006, p. 69)

#### 1.8.4 Progression des coûts depuis l'étape PFT

À partir des informations contenues dans la Figure 1.4, nous nous sommes permis, de façon sommaire, de constituer au Tableau 1.2, celles montrées à la colonne intitulée ci-après « Progression du budget par rapport à l'étape PFT » afin de faire ressortir, en quelque sorte, un constat intéressant. Il est donc possible de constater, qu'en moyenne, à partir de l'étape de l'annonce de la mise à l'étude (PFT), le budget montre une nette progression d'une valeur respective de 17,1 % et 40,1 %, pour se rendre à l'étape des plans et devis préliminaire et subséquemment à l'étape des plans et devis définitifs : Voir Tableau 1.2.

Tableau 1.2 Progression du budget par rapport à l'étape du PFT

Étapes	Valeur des projets (en million de dollars)	Progression du budget par rapport à l'étape précédente	Progression du budget par rapport à l'étape PFT
Annonce de mise à l'étude (PFT)	189,9		
Plans et devis préliminaires	222,4	17,1%	17,1%
Plans et devis définitifs	266,0	19,6%	40,1%
Réalisation complète du projet	285,3	7,3%	50,2%

Ces informations provenant de l'examen de neuf projets, contenues dans le Tableau 1.2, ne représentent certes pas la vérité absolue, et à notre avis, aucune inférence n'est alors permise à ce niveau. Ces informations servent tout au plus à exprimer une tendance marquée et que nous avons observée sur le terrain ces dernières années. Elles exposent et rejoignent en ce sens les constats soulevés préalablement par plusieurs auteurs (Flyvbjerg, Bruzelius et Rothengatter, 2003; Miller et al., 2000; Morris et Hough, 1987) concernant l'importance significative des dépassements de coûts dans les projets.

Dans ce sens, l'étude réalisée par Chebil (2009), indique que la valeur des changements observés se situe en moyenne à 14 %, alors qu'ici, le passage de l'étape de la production des plans et devis définitifs à l'étape de la réalisation complète du projet, suggère une progression moyenne de 7.3 %. L'écart passe pratiquement du simple au double, soit de 7.3 % à 14 %, entre le moment de la production des plans et devis définitifs et la réalisation complète du projet. Par manque d'informations, nous ne pouvons établir d'autres comparables.

#### **1.8.5 Progression des coûts jusqu'à l'étape des plans et devis définitifs**

Ce qui est le plus frappant dans cette analyse, c'est que nous constatons une importante progression à la hauteur de 40,1 % des budgets rendue à l'étape de la production des plans et devis définitifs, alors qu'en principe il est généralement reconnu, dans le domaine, que l'étape des plans et devis préliminaires devrait être le moment où le projet est en pratique « cristallisé ». C'est-à-dire que tous les choix sont réalisés et fixés. Nous remarquons, que selon les résultats obtenus, il semble se passer quelque chose à ce niveau. Outre notre

expérience, nous ne disposons certes pas de suffisamment d'information pour expliquer clairement les phénomènes sous-jacents. Mais, il n'en demeure pas moins que la progression ou la tendance est « bien réelle » cependant et demeure préoccupante.

### **1.9 Dépassement des coûts du secteur public et privé**

Selon une étude de Baker et al. (1983) les difficultés associées aux dépassements de coûts de plusieurs projets majeurs tant dans le secteur public et que privé demeurent comparables. D'ailleurs, ces mêmes auteurs arrivent à la conclusion qu'en général leur résultat ne soutient pas de façon significative, les idées préconçues que nous entretenons face aux projets du secteur public. Ces derniers mentionnent à titre d'exemple, que leur étude ne révèle pas une différence significative, en ce qui concerne les dépassements de coûts et les dépassements des échéanciers dans les secteurs public et privé.

### **1.10 Conclusion**

La construction et l'entretien des infrastructures publiques au Québec représentent un défi de taille bien réel que doit relever dans l'immédiat notre société. La nécessité d'investir massivement engendre également une pression sur le système en général. Nous devons être en mesure d'adapter nos processus et façons de faire afin de voir à la réussite des projets de construction. Ce moment, représente une étape charnière afin de gérer nos ressources avec efficacité et efficience à la fois.

Dans ce chapitre, nous avons abordé le domaine de la construction tel que nous le connaissons, sous son aspect qui le caractérise bien et dénote sa complexité étendue à plusieurs niveaux dans son ensemble. Nous avons également souligné l'existence des dépassements de coûts et d'échéance dans nos projets récents. À cet effet, il est intéressant de retenir que les dépassements des coûts, ne sont pas exclusivement l'apanage du secteur public, notamment du réseau de la santé, et ce, sans pour autant arriver à en dégager la cause

de l'effet. La notion d'infrastructure a tout aussi été abordée avec une précision relative à celle attribuable au réseau public.

Dans le chapitre suivant, nous aborderons la gestion des risques, selon une approche dite traditionnelle dans le cadre de la gestion de projet à travers le cycle de vie d'un projet. Dans un second temps, nous verrons la gestion des risques approchée selon une notion de facteur de risque en regard d'un cadre conceptuel d'intégration du risque. Selon cette dernière approche, une liste de facteurs génériques en mode de gestion de projet sera présentée et utilisée en lien avec certains résultats indésirables identifiés. Cette dernière approche constituera le fondement utilisé dans le cadre de la suite du mémoire.

## **CHAPITRE 2**

### **LA GESTION DU RISQUE EN MODE DE GESTION DE PROJET DE CONSTRUCTION**

Dans les débuts de la gestion de projet, la majorité des décisions relatives à plusieurs projets commerciaux étaient axées principalement sur les coûts et l'échéancier. Cela peut s'expliquer dans la mesure où nous en savions plus sur les coûts et l'échéancier que sur la gestion des risques (Kerzner, 2006). Wateridge (1995) présente un constat semblable dans le domaine de la technologie de l'information à propos de l'intérêt porté sur les coûts et l'échéancier. Alors que de l'avis de Morris et Hough (1987), dans la pratique, ils ont observé que l'accent est porté sur l'aspect financier et économique, et cela, au détriment même de la gestion de projet. Également partagées par Dey (2006), dans les projets industriels, souvent l'évaluation ainsi que la sélection des projets s'appuient sur les données financières et techniques ainsi que sur le marketing, le cas échéant.

Mais voilà qu'un bien étrange paradoxe semble exister de nos jours. Plusieurs auteurs observent que nous sommes bien au fait que le risque peut avoir un impact significatif sur les performances d'un projet de construction, qui s'exprime en termes d'efficience et d'efficacité, tout en réalisant que la gestion même des risques est également un des processus le moins appliqués à la fois (Flyvbjerg, Bruzelius et Rothengatter, 2003; Préfontaine, 2004; Raz, Shenhar et Dvir, 2002).

Pour Smith et al.(1999) la gestion du risque sert à sécuriser en quelque sorte les objectifs du projet. La différence entre le succès ou l'échec d'un projet s'inscrit au-delà de la gestion ou non du risque et est plus complexe que ça. Ce dernier précise que la gestion du risque ne sert pas à prédire le futur, mais plutôt à nous aider à prendre de meilleures décisions, plus tard.



L'énoncé de Haimès (2004, p. 51) nous ramène à une notion de base essentielle, on ne peut plus significative et suffisamment explicite en soi pour la suite « To manage risk, one must measure it. »

## **2.1 Définition de la notion de risque**

C'est en Angleterre, vers 1830, que le mot anglais « risk » a été utilisé dans le secteur des assurances, dont son origine provient du mot français « risqué » (Smith, Merna et Jobling, 1999).

Précisons que porter un regard sur la notion et la définition du risque nous amène à certains égards à également examiner par la même occasion sur la notion d'incertitude. La littérature montre l'existence d'une certaine cohabitation entre la notion de risque et d'incertitude, bien que nous indiquerons la nuance que nous avons relevée.

Une revue étendue de la littérature révèle qu'il existe une multitude de définitions attribuée au risque qui varie selon les auteurs et les domaines étudiés tels en management, ingénierie, social, industriel, etc. Nous présentons ici quelques définitions, génériques, offertes par quelques auteurs tels Kaplan et Garrick (1981), Hauptmanns et Werner (1991), Smith et al. (1999), Haimès (2004), Lowrance (1976), Denis (1986), Kerzner (2006), et Aubert et Bernard (2004).

Les auteurs Kaplan et Garrick (1981) définissent le risque comme étant composé d'incertitude et de dommage (ou perte). Ils font donc la distinction entre le risque et l'incertitude. Bien que non prise strictement au sens littéraire, on peut voir ici la combinaison de l'incertitude (probabilité) et de la notion de dommage (perte). Voici l'expression présentée à la Figure 2.1 par Kaplan et Garrick (1981) afin d'illustrer symboliquement en quelque sorte leurs propos :

$$\text{risk} = \text{uncertainty} + \text{damage.}$$

Figure 2.1 Expression du risque.  
Tirée de Kaplan et Garrick (1981, p. 12)

Ces auteurs soutiennent l'idée que le risque est relatif à l'observateur et est une chose subjective, tout dépendant qui regarde le risque (Kaplan et Garrick, 1981).

D'autre part, Hauptmanns et Werner (1991), présentent le risque comme la possibilité de souffrir d'un dommage et est indéniablement inséparable avec l'existence humaine. Pour eux, le dommage et l'incertitude sont les deux éléments intrinsèques qui composent le risque.

Selon Smith et al. (1999) le risque est défini comme étant le résultat probable d'un événement qui peut se produire selon une distribution de probabilité d'occurrence connue et sur la base de laquelle on peut le prévoir.

D'autres part, Haimès (2004) adhère à la définition du risque proposé par Lowrance (1976) comme étant une mesure de la probabilité et de la sévérité des effets nuisibles.

D'une façon tout à fait différente, Denis (1998) aborde la notion de risque en dégageant une particularité, le rendant inhérent à l'existence humaine (social) tout en comportant une composante technique ce qui définit son appellation du risque de nature « sociotechnologique ». Afin d'imaginer la philosophie sous-jacente à la notion de risque, Denis (1998) a traduit dans son ouvrage les propos de Slovic (1992), dont en voici un extrait:

« Le risque n'existe pas « là dehors », indépendant de nos esprits et de nos cultures, attendant d'être mesuré. Les humains ont inventé le concept de « risque » pour les aider à comprendre les dangers et incertitudes de la vie et à y faire face. Il n'existe pas une telle chose que le « risque objectif » ou le « risque réel » [...] Ces modèles ont une structure subjective et remplie de présupposée sous-jacente, leurs intrants sont dépendants de jugements. » (Slovic, 1992, p. 119)

Nous concevons que Denis (1998) dénote fortement l'attribut humain constituant un apport considérable à la conception que nous avons du risque. Cette perception s'alimente, de façon quasi individuelle en tant que profane ou expert, via une grille, qui est la nôtre. L'auteure présente le risque comme étant en quelque sorte un construit, en prenant soin de préciser toutefois, que cela n'entache pas un certain caractère réel de la chose. Cela rejoint l'assertion de Bachelard (1938), cités dans Le Moigne (1990, p. 2), à l'effet que « Rien n'est donné, tout est construit ». Dans ce même sens, Dumez et Jeunemaître (2005, p. 37), ajoutent « Les données ne le sont jamais ».

Dans le domaine de la gestion de projet, Kerzner (2006) définit le risque comme une mesure de la probabilité et de la conséquence de ne pas atteindre un but défini dans un projet. Le risque pour un événement est fonction de deux composantes ; la probabilité d'occurrence de l'événement et l'impact de la survenance de cet événement. Il précise que le risque est la méconnaissance d'un événement futur.

Un consensus semble transparaître dans la littérature pour les auteurs consultés entre autres; Kerzner (2006), Smith et al. (1999), Haimès (2004). Ceux-ci font la distinction entre les termes « risque » et « incertitude », le premier est défini comme étant le résultat probable d'un événement qui peut se produire selon une distribution de probabilité d'occurrence connue et sur la base de laquelle on peut le prévoir. Alors que le deuxième se définit comme un événement qui peut se produire dont nous ne connaissons pas la distribution de probabilité d'occurrence et que nous ne pouvons prévoir quand il peut se produire.

Plus spécifiquement Kerzner (2006) classe la prise de décision relative au risque sous les trois vocables suivants; la certitude, le risque et l'incertitude. La certitude fait référence à une probabilité d'occurrence certaine de 100%. Le risque quant à lui fait référence à une probabilité qu'il est possible d'établir, alors que l'incertitude fait référence à l'impossibilité d'établir une probabilité.

Smith et al.(1999) classent également en trois catégories l'ensemble des risques d'un projet soit : les risques connus, les risques connus inconnus et les risques inconnus inconnus. Les risques connus comprennent par exemple des variations mineures dans la productivité et des changements dans les coûts des matériaux. Ils se manifestent fréquemment et sont en quelque sorte inévitables dans un projet de construction. Les risques inconnus connus correspondent aux risques dont l'occurrence est prévisible. Et dont nous connaissons sa probabilité d'occurrence et ses effets. Les risques inconnus inconnus sont des événements dont leurs probabilités d'occurrence et leurs effets ne sont pas prévisibles, même par des gens les plus expérimentés.

Cette approche n'est pas sans rappeler la présentation faite en ce sens par le secrétaire américain à la défense des États-Unis, monsieur Donald H. Rumsfeld devant les journalistes le 12 février 2002, dont voici un extrait illustrant cette vision du risque, présenté dans un contexte différent qui en a surpris plus d'un :

« Reports that say that something hasn't happened are always interesting to me, because as we know, there are known knowns; there are things we know we know. We also know there are known unknowns; that is to say we know there are some things we do not know. But there are also unknown unknowns -- the ones we don't know we don't know. And if one looks throughout the history of our country and other free countries, it is the latter category that tend to be the difficult ones. » (Rumsfeld, 2002)

D'autre part, les auteurs Aubert et Bernard (2004) conçoivent dans le cadre de leur approche conceptuelle du risque que celui-ci se définit comme étant la probabilité d'occurrence d'un événement et l'impact de ce dernier en lien avec un objectif connu et supporté par l'entité. Alors qu'en gestion de projet, les auteurs Boehm (1989) et Barki et al. (1993), cités dans Bourdeau et al. (2003, p. 11), font appel à la notion d'exposition aux risques prenant en compte tous les éléments du cadre conceptuel.

Enfin, nous constatons que le risque se mérite plusieurs définitions selon les auteurs et références consultés. L'interprétation du risque est présentée sans pour autant faire appel à un domaine particulier ou spécifique. Il se trouve plutôt orienté vers l'établissement de la notion

même du risque de façon générique. D'ailleurs, nous soulignons que la notion du risque dans la littérature porte sur un large éventail de terme, dont la terminologie, la nomenclature et la dénomination peuvent rendre complexe, à certain égard, sa compréhension et ne signifie pas nécessairement la même chose. Considérant que la définition du risque varie d'un domaine à l'autre, à l'intérieur d'un même domaine et d'un auteur à l'autre, nous retenons qu'à ce chapitre le consensus n'est pas tout à fait établi entre les auteurs.

Dans ce sens, et cela bien avant Smith et al. (1999), le danois, lauréat du prix Nobel physicien Niels Bohr (1885-1962) l'a bien dit « la prévision est très difficile, en particulier quant à l'avenir. »

## **2.2 La définition d'un projet**

La littérature offre plusieurs définitions du mot « projet », nous présentons ici celle exprimée et soutenue par Cleland et King (1983), mentionnée dans Chahmi (2005). Laquelle s'avère être la plus citée, et revêt un grand intérêt considérant leurs substantielles contributions à l'avènement de la discipline de la gestion de projet. Voici comment s'énonce leur définition :

« Un projet est un effort complexe pour atteindre un objectif spécifique, devant respecter un échéancier et un budget, et qui, typiquement, franchit des frontières organisationnelles, est unique et en général non répétitif dans l'organisation. » Chahmi (2005, p. 7)

De l'avis de plusieurs auteurs et supporté par Declerck et al. (1983) nous pouvons comprendre qu'un projet est de par nature temporaire, dispose dans le temps d'un début et d'une fin, entretient un caractère d'unicité, dans le sens que deux projets ne sont presque jamais identiques en tous points, représente une nouvelle réalisation en soit, et répond à un objectif de l'organisation. Toutes ces caractéristiques font en sorte qu'un projet se distingue implicitement du processus d'opération dont une des particularités de cette dernière est d'être répétitive, ce qui n'est pas le cas d'un projet.

Nous considérons important d'inclure à ce moment une précision soulevée par plusieurs auteurs, reconnaissant à l'effet qu'un projet est d'abord et avant tout une construction sociale (Corriveau, 1996; Miller, 1998), ce que l'on pourrait appeler un « construit social ». Et ce, dans le sens qu'on retrouve bien une réalité « objective » qui sert, en quelque sorte, à définir une réalité « subjective » qu'est le construit social, réalité que l'on ne peut vraisemblablement alors considérer comme absolue. (Berger et al., 1996)

### **2.3 Le cycle de vie d'un projet**

La gestion des risques, se présente comme un processus holistique (Aubert et Bernard, 2004; Bernard et al., 2002; Haimès, 2004), laquelle s'insère à même le cycle de vie d'un projet. Ce dernier comprend généralement dans le cadre d'un projet de construction plusieurs phases. Notre revue de littérature montre qu'il existe un éventail très élargi concernant l'identification et même l'appellation des phases dans un cycle de vie d'un projet, et cela, en fonction des auteurs et de la nature du domaine concerné. Notre intérêt s'est dirigé vers le principe sous-jacent du cycle de vie plutôt que sur l'aspect sémantique des termes utilisés pour les identifier de façon proprement dite. Voici, à titre d'exemple comment Morris (1986) présente le cycle de vie d'un projet: *Voir Figure 2.2.*

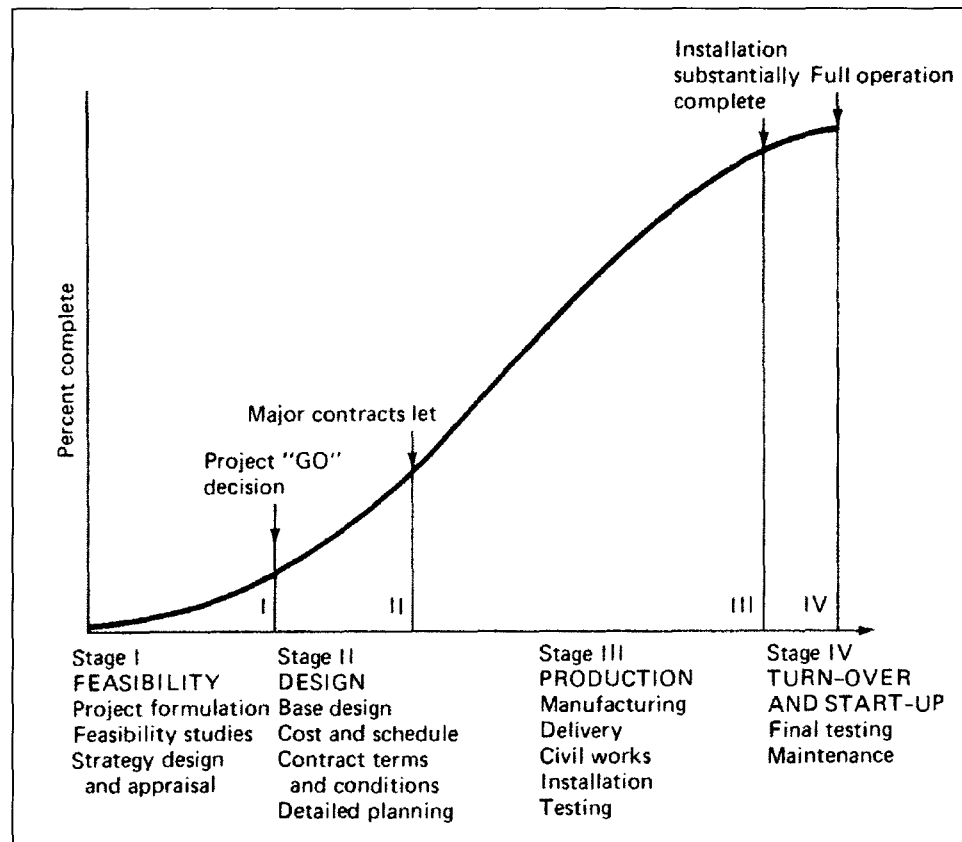


Figure 2.2 Cycle de vie d'un projet.  
Tirée de Morris (1986, p. 7)

Morris (1986) exprime le cycle de vie d'un projet selon quatre phases soit : la phase 1 représente la faisabilité, la phase 2 représente la conception, la phase 3 représente la production et la phase 4 représente la livraison et la mise en marche. La revue de littérature révèle également que selon plusieurs autres auteurs le cycle de vie d'un projet peut compter de 2 jusqu'à 12 phases dans certains cas. Voir Figure 2.3.

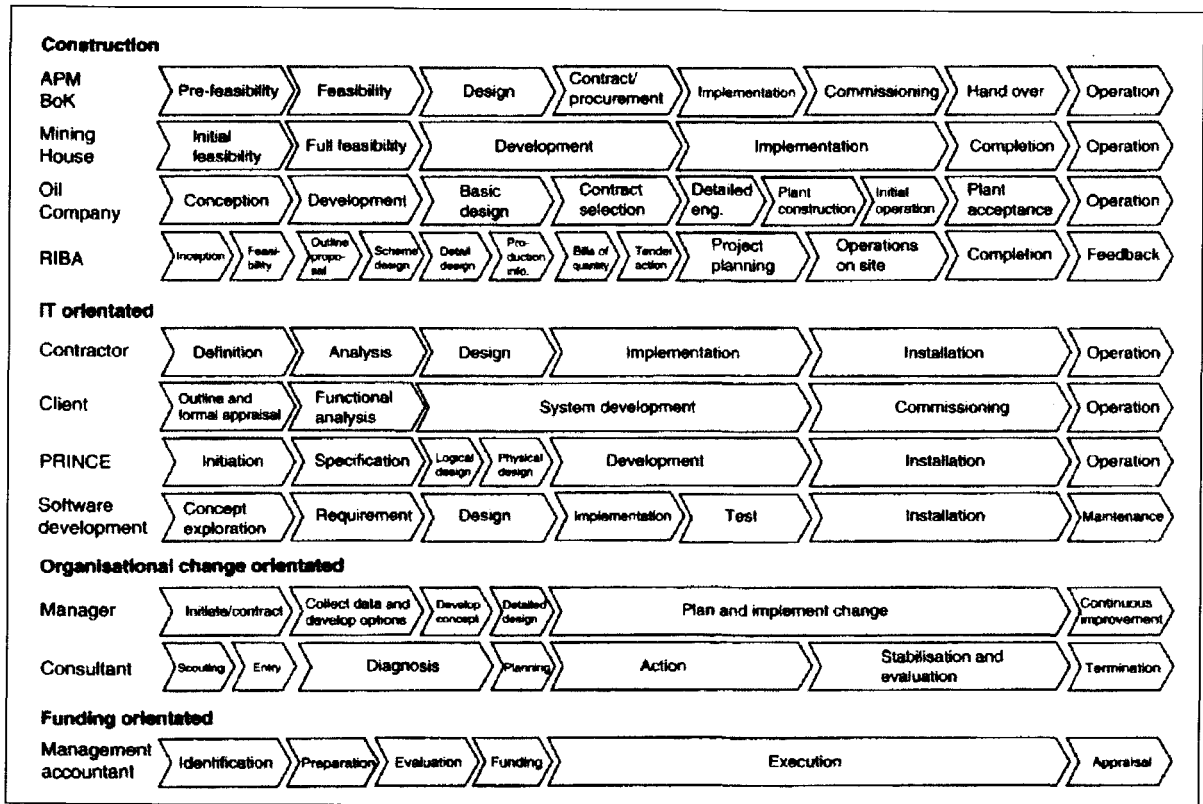


Figure 2.3 Phases des projets.  
Tirée de Smith et al. (1999, p. 17)

Bien que l'unification de l'emploi de mêmes termes pour l'identification des phases semble à première vue requise, Smith et al. (1999) signale que cela demeure sans importance puisque les limites sont similaires en finalité.

De façon générale, il est reconnu dans le cadre d'un projet de construction, que le cycle de vie d'un projet s'apparente à quatre grandes phases, soit la phase initiale de faisabilité, la phase de conception, la phase de réalisation ainsi que la phase finale de la mise en marche ou livraison par exemple.

Cette grande variété de philosophie dans l'établissement des phases, dans un cycle de vie d'un projet, nous porte à convenir qu'il n'y a pas de consensus à ce niveau parmi les auteurs. Cela suggère plutôt, à notre avis, que chaque organisation doit elle-même déterminer, selon



le cas, en fonction de ses besoins, un cycle de vie de projet approprié et adapté à ses opérations.

## **2.4 La gestion de risques d'un projet, approche traditionnelle**

La gestion des risques fait partie d'un ensemble de processus cohérent, appelé management de projet (également appelé gestion de projet dans certains pays francophones), dont l'objectif recherché par l'organisation est connu dès le début. L'objectif généralement recherché par ce processus est en quelque sorte de favoriser les événements favorables aux gains et de minimiser ceux qui peuvent engendrer des pertes (Smith, Merna et Jobling, 1999). Il comprend généralement l'identification, l'analyse, le traitement et le suivi des risques. Voici quelques exemples de processus de la gestion des risques offerts dans la littérature. Dans ce sens, l'organisme reconnu internationalement en management de projet, le Project Management Institut (PMI) intègre le management des risques (aussi appelé gestion des risques dans certains pays francophones) dans l'un des neuf domaines de connaissances en management de projet en lien avec les cinq groupes de processus qui comprend 44 processus de management de projet distinctifs (*Voir annexe II, p. 145*). De nos jours, le management de projet de construction, demeure encore une activité complexe considérant les activités en jeux et les incertitudes associées.

D'autre part, précisons d'emblée que les processus relatifs au management des risques sont applicables au domaine de la construction, mais ne lui sont pas spécifiquement et exclusivement réservés : *Voir Figure 2.4*.



De façon plus schématique, voici comment Baker et al. (1999) représentent en cinq étapes le cycle de vie de la gestion des risques : Voir Figure 2.5.

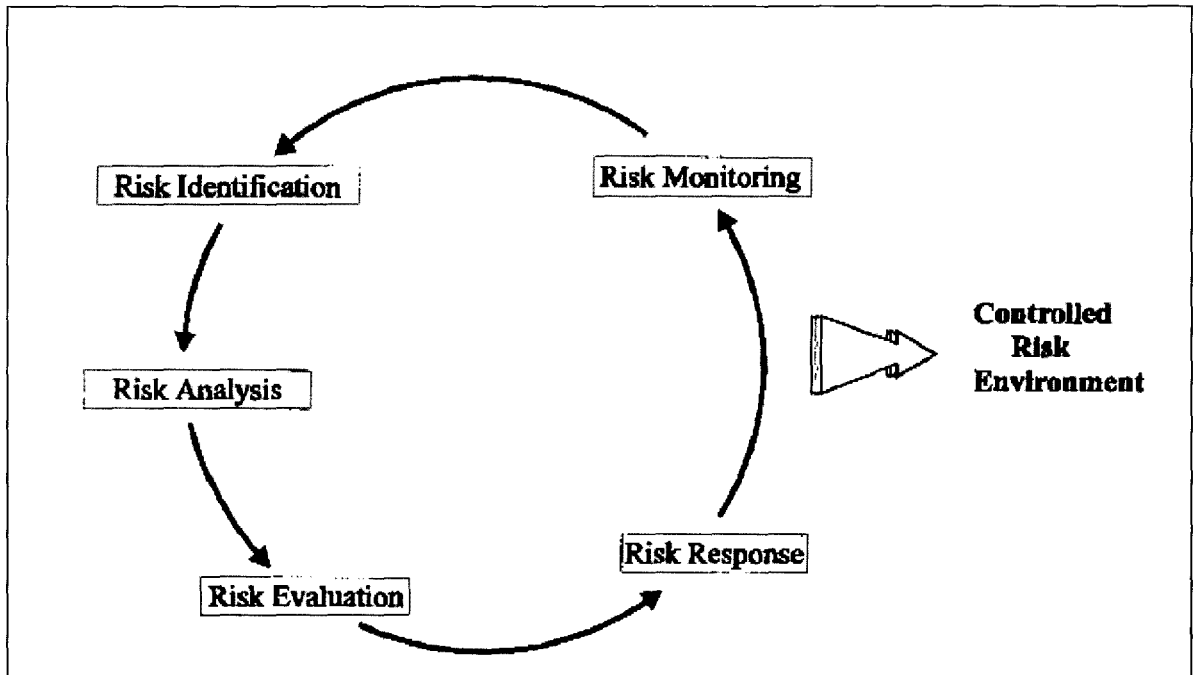


Figure 2.5 Cycle de vie de la gestion des risques.  
Tirée de Baker et al. (1999, p. 95)

La gestion de risque s'inscrit dans un cycle de vie représenté par un processus continu dans l'objectif de contrôler, dans une certaine mesure, les risques présents dans l'environnement.

D'autre part, à titre d'exemple, voici une institution qui cette fois représente le chapitre de la normalisation. Dans la littérature la norme AS/NZS 4360 (Standard, 1999) qui a donné lieu au « Risk Management » est fréquemment citée en guise de référence dans ce domaine. Cette norme relative à la gestion du risque spécifiquement présente le processus suivant : Voir Figure 2.6.

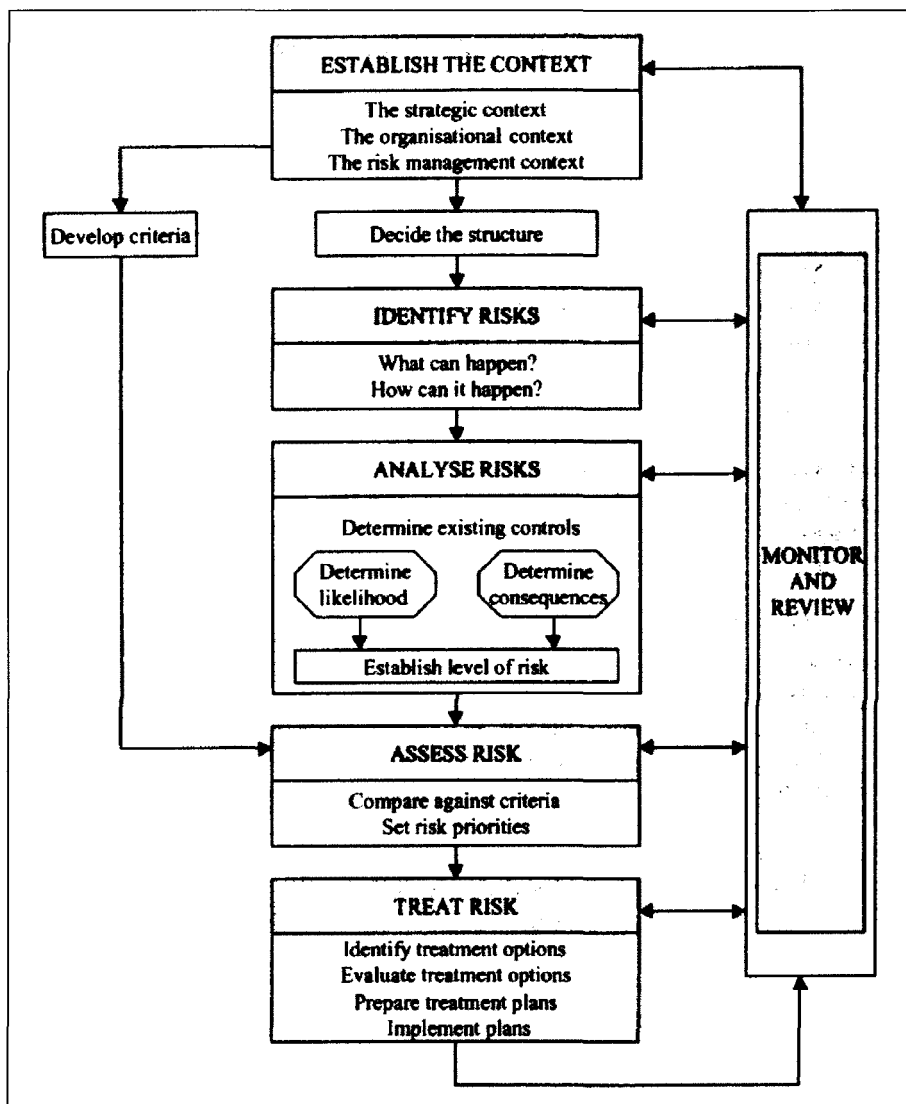


Figure 2.6 Processus de gestion du risque.  
Tirée de Flyvbjerg et al. (2003, p. 82)

Le processus se trouve divisé en six étapes soit : établir le contexte, identifier les risques, analyser les risques, évaluer les risques, traiter les risques et en parallèle tout au long du processus, contrôler et revoir les risques. Bien que différent dans l'utilisation des termes, la terminologie, et faisant abstraction de la sémantique, nous sommes à même de constater que l'essence de l'intervention est similaire à la façon de faire du PMI, dans ce cas.

Pour Courtot (1998) la démarche du management de risque s'appuie également sur un processus continu et itératif permettant à la fois de capitaliser autant sur le savoir-faire, les



Nous constatons, que la capitalisation du savoir-faire représente un élément de différenciation important qui le caractérise et le distingue visiblement des autres auteurs consultés dans le cadre de ce mémoire.

Nous sommes d'avis toutefois que le seul fait de se référer ou introduire des processus spécifiques à notre domaine, en particulier à la gestion des risques, n'est pas suffisant pour garantir le succès d'un projet, mais en devient un facteur favorable pouvant y contribuer (Aubert et Bernard, 2004; Smith, Merna et Jobling, 1999). Dans cette continuité Miller et al. (2000) mentionnent également qu'une planification suffisante est nécessaire à la réussite d'un projet, mais à la fois signale qu'une trop grande planification peut nuire à la créativité et à sa réussite. De façon paradoxale, une trop grande planification peut produire l'effet inverse, c'est-à-dire devenir une nuisance au développement du projet considérant également que son absence, notamment, assure une certaine non-réussite du projet.

Comme mentionné à l'Assemblée nationale en Commission permanente de l'administration publique (Québec, 2008a) ainsi que soulevée, à l'époque, par le vérificateur général du Québec dans son rapport (Vérificateur général du Québec, 2006), la gestion de projet relié aux projets d'infrastructures sociosanitaires suscite des interrogations quant à leur réussite. À la lecture du journal des débats (Québec, 2008a), nous comprenons qu'une grande importance est accordée à la nécessité de revoir les processus touchant la gestion de projet. Nous percevons alors que les enjeux sont reliés aux processus en places considérant les résultats obtenus, n'étant pas ceux escomptés. Les changements apportés aux processus sont alors motivés et légitimés par des préoccupations associées à l'obtention de résultats plus probants dans la suite des projets. Tous les processus ont été revus dans l'optique de les adapter aux bonnes pratiques connues. Cette approche globale, et qui nous apparaît quelque peu réductrice, présente une démarche d'apparence déterministe quant à sa finalité, en présentant comme certain l'environnement dans lequel évolue la multitude de projets. Nous dénotons une stratégie qui s'apparente être orientée essentiellement sur la gestion de projet afin d'atteindre le succès ou la réussite des projets. À ce niveau, nous apportons une opinion partagée par plusieurs auteurs, exposant leur conception commune du succès, amenant alors à

différencier le succès du projet et le succès de la gestion de projet. De Wit (1988), Cooke-Davies (2002), Baccarini (1999), Lim et Mohamed (1999) et plusieurs autres auteurs s'accordent pour faire cette différence, ce que nous verrons plus loin.

Nous sommes à même de constater que la littérature dévoile et offre une grande variété de modèles associés à la gestion du risque variant d'un auteur à l'autre. Ce sujet encore très d'actualité de nos jours témoigne en quelque sorte que dans le cadre des projets de construction, dans la pratique, tout indique que ces processus semblent ne pas obtenir une popularité à la hauteur de leurs prétentions dûment annoncées. Malgré que sa nécessité soit reconnue en la matière, nous constatons que son application ne semble pas encore être adoptée de façon systématique aujourd'hui (Raz, Shenhar et Dvir, 2002). Pour Raz et al. (2002) leurs résultats suggèrent que la gestion du risque semble encore trop peu utilisée et peut offrir beaucoup compte tenu de l'évolution actuelle des outils et techniques. Ceux-ci dénotent tous aussi une certaine résistance de la part des utilisateurs à approfondir son application avec les outils adaptés.

Dans ce mémoire, nous retenons que généralement le processus de la gestion de risque intègre l'identification du risque, l'analyse du risque, la planification de réponse aux risques et la maîtrise et suivi du risque. Pour plus amples détails concernant ces éléments, le lecteur est invité à se référer à l'annexe III, p.147.

## **2.5 La gestion de risques d'un projet, approche par facteurs de risques**

La gestion de projets est de par sa nature même une activité qui implicitement est risquée (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003) et de façon générale, il est reconnu qu'un projet ne se réalise pas sans risque (Raz, Shenhar et Dvir, 2002).

L'environnement dans lequel évolue un projet, de la phase conception jusqu'à sa réalisation, par exemple, demeure complexe. Les facteurs de risques contribuant à le modeler sont nombreux et variés. Ceux-ci peuvent être de natures exogènes ou endogènes et constituent les

attributs façonnant la complexité de l'environnement. Un facteur de risque peut être défini comme suit « objet concret, ou abstrait, influençant la probabilité d'un événement et/ou l'impact d'un événement » (Aubert et Bernard, 2004, p. 30). Voici, à titre d'exemple, une représentation graphique montrant une répartition entre les risques générés de l'interne et de l'externe : *Voir Figure 2.8.*

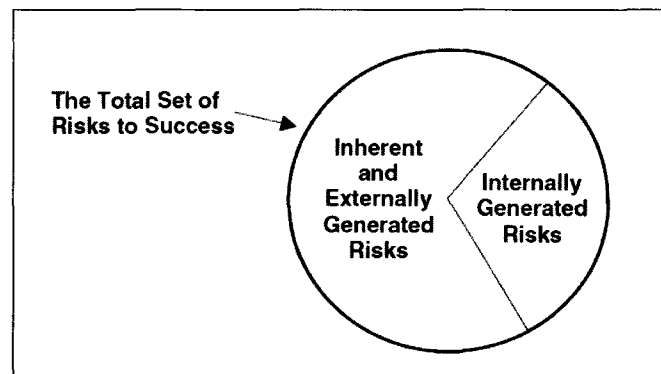


Figure 2.8 Distinction entre les risques générés de l'interne et d'externe.  
Tirée de Barber (2005, p. 585)

La Figure 2.8 suggère bien que la source d'un facteur de risque est circonscrite et a comme provenance soit l'interne ou de l'externe de l'organisation, d'où la répartition du domaine en deux parties. La représentation du poids de chacune des sources est montrée aux fins de l'explication seulement.

Examiné sous un angle différent, pour certains auteurs, l'environnement dans lequel évolue une organisation se retrouve de plus en plus turbulent (Aubert et Bernard, 2004; Miller et al., 2000) rendant conséquemment sa gestion difficile et vulnérable à la non-réussite. Pour Miller (1998) la turbulence de nature exogène et endogène demeure un phénomène courant bien plus que d'exception. Ce dernier, précise que la turbulence a comme racines les événements exogènes et endogènes.



## **2.6 Cadre conceptuel d'intégration du risque**

De façon traditionnelle, le risque est composé de la probabilité d'occurrence d'un événement ainsi que de l'impact de cet événement sur les objectifs de l'organisation. Alors que dans le cadre conceptuel d'intégration du risque un facteur de risque représente une constituante interne ou externe qui peut influencer le risque en affectant soit la probabilité de l'événement, l'impact de cet événement, ou les deux à la fois (Aubert et Bernard, 2004; Bernard et al., 2002). Le risque est alors constitué de trois éléments : le facteur de risque, l'événement et l'impact. Voici de façon générique la représentation du modèle conceptuel d'intégration du risque exprimé par Aubert et Bernard (2004) : *Voir Figure 2.9.*

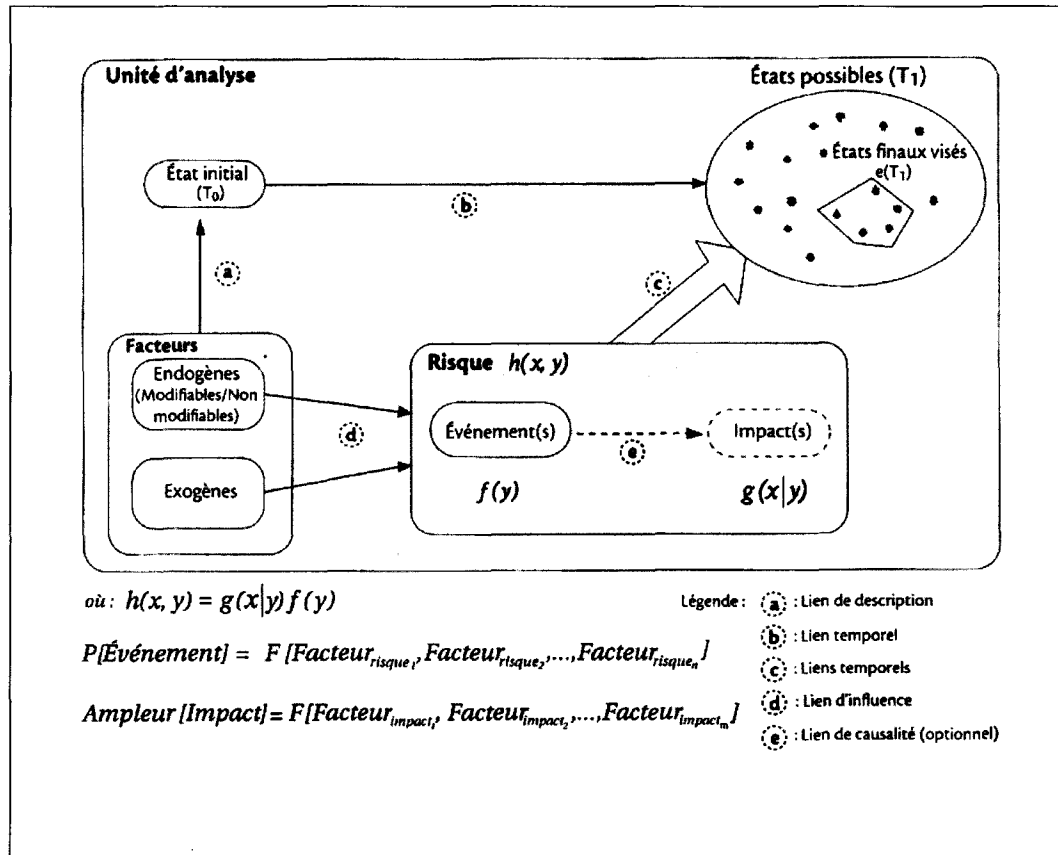


Figure 2.9 Modèle conceptuel d'intégration du risque.

Tirée de Aubert et Bernard (2004, p. 109)

Nous remarquons, dans la Figure 2.9, qu'un facteur de risque peut être de nature exogène ou endogène de l'organisation. Le premier a trait à l'environnement de l'organisation (ou du projet) et peut être représenté par exemple par les conditions du marché, le taux de change, les conditions climatiques, en fait tout ce sur quoi l'organisation ne peut exercer de contrôle, alors considéré comme non modifiable. Le second est généré par l'organisation même, c'est-à-dire en raison de la culture de l'organisation, des caractéristiques des individus, des produits par exemple. Celui-ci a la particularité d'être de nature bipolaire, dans le sens que certains facteurs de risques sont modifiables et d'autres sont non modifiables, mais pas les deux à la fois. Ces facteurs de risques sont réputés être sous la gouverne de l'organisation. Par exemple le choix de l'équipe de projet, est modifiable alors que les attributs relatifs à l'âge, le sexe et le caractère des individus sont non modifiables. En somme, l'origine d'un

facteur de risque endogène est attribuable à l'organisation (ou au projet) et celui d'un facteur de risque exogène à l'environnement dans lequel l'organisation se situe.

### 2.6.1 Exposition aux risques en mode gestion de projet

En gestion de projet, ces auteurs abordent la notion de risque sous le vocable « exposition au risque » qui s'exprime comme suit : Voir Figure 2.10.

$$\text{Exposition au risque} = \sum_{i=1}^n P(RN_i) \times A(RN_i)$$

Figure 2.10 Exposition au risque.  
Tirée de Aubert et Bernard (2004, p. 110)

Où  $P(RN_i)$  représente la probabilité d'un résultat indésirable  $i$  alors que  $A(RN_i)$  exprime l'ampleur de la perte due au résultat indésirable  $i$ .

La Figure 2.10 exprime que le risque en gestion de projet prend en compte l'ensemble des éléments du modèle conceptuel. L'approche retenue par ces mêmes auteurs, quant à l'évaluation du risque en contexte de gestion de projet, confère une conception quelque peu différente et plus spécifique. En ce sens, la notion d'exposition au risque est abordée en lieu et place du risque en tant que tel. L'événement fait maintenant place à la probabilité d'un résultat indésirable tandis que l'ampleur de la perte, se substitue à l'impact. L'ampleur de la perte peut représenter un coût tangible ou intangible, devant être assumée par l'organisation advenant son occurrence (Aubert et Bernard, 2004). Toutefois, l'essence même de cette approche consiste à prendre en considération les conditions externes et internes, c'est-à-dire via des facteurs, qui ont été préalablement identifiés comme ayant un effet direct sur l'occurrence des résultats indésirables (Aubert et Bernard, 2004). Leurs présences contribuent donc à augmenter la probabilité d'occurrence qu'un résultat indésirable puisse survenir en cours de projet.

Afin de bien indiquer la portée de la présente recherche, il est important de préciser que l'évaluation de l'ampleur de la perte  $A(RN_i)$  attribuable à un résultat indésirable ne fait pas l'objet du présent mémoire. La présente recherche porte spécifiquement sur l'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables  $P(RN_i)$ . Voici de façon spécifique la représentation du modèle conceptuel du risque en contexte de gestion de projet présenté par Aubert et Bernard (2004) et retenu dans le cadre de ce mémoire : Voir Figure 2.11.

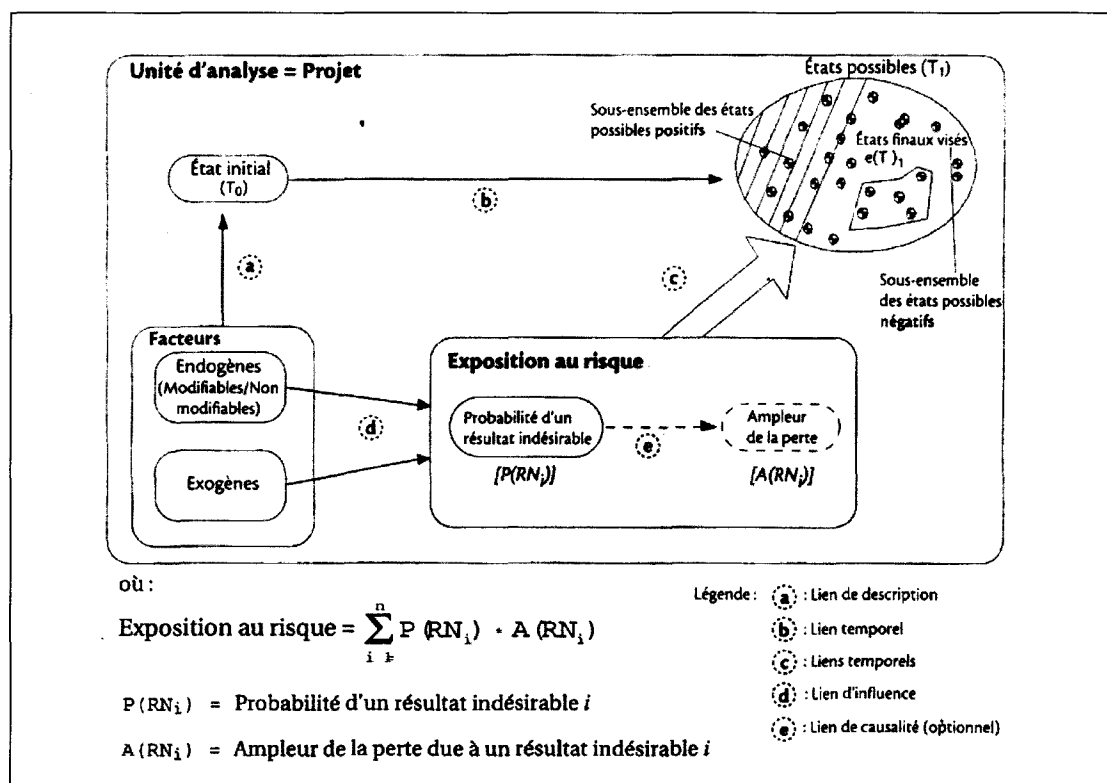


Figure 2.11 Modèle conceptuel du risque en gestion de projets.  
Tirée de Aubert et Bernard (2004, p. 114)

Nous notons dans la Figure 2.11 que les conditions internes ou externes (endogènes ou exogènes) sont représentées par l'ensemble des facteurs. Ceux-ci sont réputés significatifs et ayant un effet direct sur la probabilité d'occurrence d'un résultat indésirable  $P(RN_i)$ , lequel effet est reflété par le lien d'influence « d ». En somme, la représentation indique que la probabilité d'occurrence d'un résultat indésirable est mesurée en regard des effets provenant des facteurs de risques significatifs, lesquels facteurs sont présents en amont. Étant donné

que l'ampleur de la perte est conditionnelle à la probabilité d'occurrence d'un résultat indésirable, le lien de causalité les reliant «e» est alors montré comme optionnel.

L'évaluation du risque en gestion de projet, présentée à la Figure 2.11 sous le vocable « exposition au risque », est donc réalisée à partir d'une liste des principaux facteurs de risques ainsi que d'une liste des principaux résultats indésirables. Lesquels facteurs et résultats indésirables sont préalablement identifiés et dont nous traiterons plus loin.

Ainsi, en contexte de gestion de projet, ces auteurs distinguent spécifiquement les termes « événement » et « résultat indésirable ». Ce dernier indique un écart entre le résultat attendu et celui obtenu accordant de l'importance à l'écart négatif, tandis que le terme événement est neutre sans indication quant à sa nature positive ou négative. Dans ce sens, l'approche retenue ici en contexte de gestion de projet s'intéresse davantage à l'écart négatif, jugeant alors non « risqués » les écarts positifs (Aubert et Bernard, 2004). Cette approche se distingue de celle proposée par la théorie classique sur le risque qui prend en compte les résultats positifs et négatifs (Schoemaker, 1982).

## **2.7 Facteurs de risques génériques en mode de gestion de projet**

En ce sens, Bourdeau et al. (2003) présentent une liste de facteurs de risques adaptée de façon générique dans le cadre spécifique de la gestion de projet. Cette liste est tirée d'un article produit par Barki et al. (1993) lequel s'appuie sur une synthèse regroupant plusieurs recherches dans le domaine des technologies de l'information (TI). Ces derniers expriment leur conceptualisation de l'évaluation du risque, qui repose sur une approche qualitative plutôt que quantitative, en une approche dite par facteur. À ce niveau, leur argumentaire repose sur certains aspects qu'ils jugent plus limitatifs, tels : le peu de fiabilité que l'on peut accorder aux distributions de probabilités des événements indésirables, la très grande difficulté à les estimer, et ainsi sur le fait que le risque n'existe pas de façon absolue, il est subjectif (Aubert et Bernard, 2004). Rappelons que cette subjectivité est également partagée

par plusieurs autres auteurs (Denis, 1998; Dey, 2004; Dey et al., 1998; Kaplan et Garrick, 1981; Slovic, 1992).

Après les avoir bonifiés, suite à une revue de littératures ainsi qu'à partir d'une analyse exploratoire, voici comment Bourdeau et al. (2003) présentent l'ensemble des facteurs génériques de risques en contexte de gestion de projet. Ceux-ci sont aux nombres de huit et se présentent comme suit :

1. Risque technologique.
2. Taille du projet.
3. Expérience et expertise.
4. Complexité du livrable.
5. Environnement organisationnel.
6. Complexité du projet.
7. Caractéristiques des agents externes.
8. Conditions exogènes.

Le lecteur est invité à se référer à l'annexe IV, p.151 afin d'obtenir plus amples détails concernant ces facteurs de risques ainsi que pour les sous-facteurs de risque associés à chacun d'eux.

## **2.8 Les résultats indésirables**

Selon Bourdeau et al. (2003) « un résultat indésirable est une conséquence négative qui peut survenir lors de la réalisation d'un projet. Il entraîne généralement une ou plusieurs pertes représentant un coût pour l'organisation. » (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003, p. 21). Les auteurs l'expliquent, par exemple, en mettant en contexte l'atteinte d'un objectif en lien avec la qualité/performance alors que le budget est largement dépassé. Alors qu'inversement, il peut arriver que l'échéancier ainsi que les coûts soient respectés tandis que la performance n'est pas au rendez-vous.

Voici comment Aubert et Bernard (2004) illustrent les relations entre les facteurs de risques et les résultats indésirables : Voir Figure 2.12.

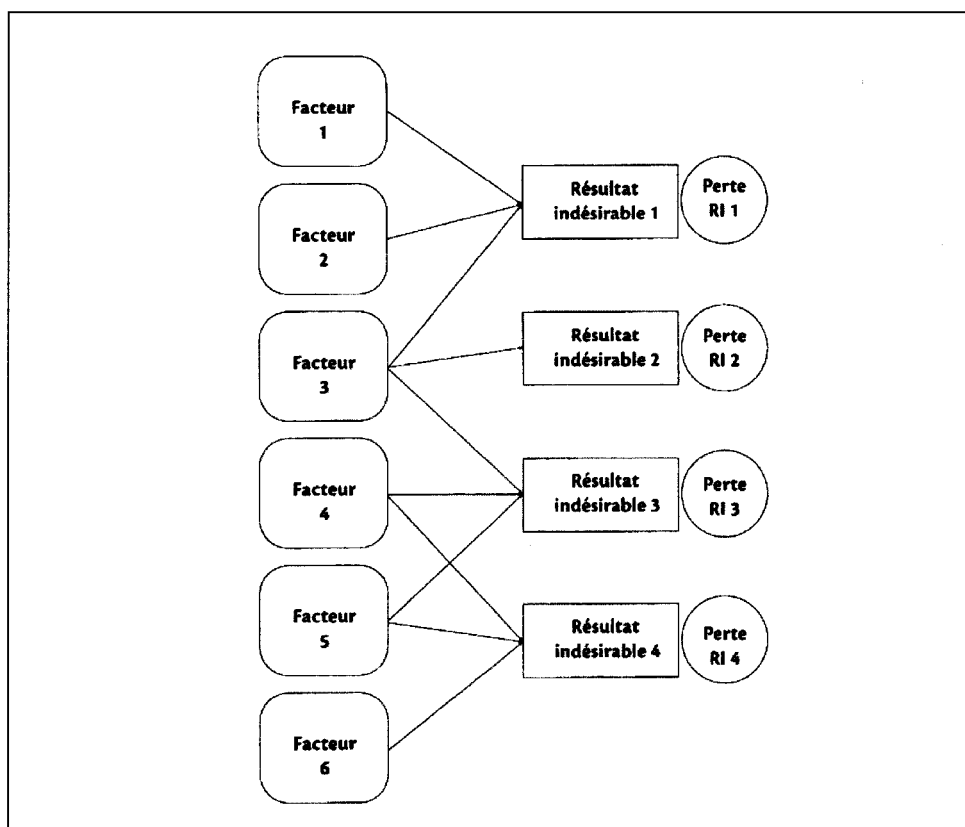


Figure 2.12 Liens entre facteurs de risques et résultats indésirables.  
Tirée de Aubert et Bernard (2004, p. 122)

À ce propos, une revue de littérature réalisée par Bourdeau et al. (2003) a permis de répertorier, parmi un grand nombre d’auteurs ayant traités du résultat indésirable, quatre résultats indésirables relatifs à la gestion de projet soit : dépassement du budget, dépassement de l’échéancier, non-respect du niveau de qualité/performance et abandon du projet.

Comme le montre de façon très schématique la Figure 2.12, des liens existent entre les facteurs et les résultats indésirables. Nous pouvons aussi comprendre que les facteurs sont liés à certains résultats indésirables et pas à d’autres. Dans ce sens, la Figure 2.13 montre les liens de subordinations qui ont été identifiés entre les résultats indésirables et les facteurs de

risque. Il est à noter que ceux-ci sont le fruit d'une revue de littérature dont la validation empirique n'a été effectuée que partiellement (Aubert et Bernard, 2004) .

<b>Résultats indésirables et facteurs de risque associés</b>
<b>Dépassement du budget</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque technologique</li> <li>- Taille du projet</li> <li>- Expérience et expertise</li> <li>- Complexité du livrable</li> <li>- Environnement organisationnel</li> <li>- Complexité du projet</li> <li>- Conditions exogènes</li> <li>- Caractéristiques des agents externes</li> </ul>
<b>Dépassement de l'échéancier</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque technologique</li> <li>- Taille du projet</li> <li>- Expérience et expertise</li> <li>- Complexité du livrable</li> <li>- Environnement organisationnel</li> <li>- Complexité du projet</li> <li>- Conditions exogènes</li> <li>- Caractéristiques des agents externes</li> </ul>
<b>Non-respect du niveau de qualité/performance</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque technologique</li> <li>- Expérience et expertise</li> <li>- Conditions exogènes</li> <li>- Caractéristiques des agents externes</li> </ul>
<b>Abandon du projet</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque technologique</li> <li>- Expérience et expertise</li> <li>- Environnement organisationnel</li> <li>- Conditions exogènes</li> </ul>

Figure 2.13 Résultats indésirables et facteurs de risques associés.  
Tirée de Aubert et Bernard (2004, p. 123)



### **2.8.1 Dépassement du budget**

Le dépassement du budget correspond certes à un projet ayant eu une plus grande consommation des ressources que celle initialement prévue. Un dépassement important peut faire en sorte que le projet soit remis en question et même abandonné (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003).

### **2.8.2 Dépassement de l'échéancier**

Le dépassement de l'échéancier correspond à un projet ayant eu une durée plus longue que celle initialement prévue pour sa réalisation. Un dépassement important du délai peut faire en sorte d'amener un dépassement substantiel du budget prévu initialement, une perte de revenus et d'opportunités, etc. (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003).

### **2.8.3 Non-respect du niveau de qualité / performance**

Le non-respect du niveau de qualité/performance fait référence, selon les auteurs consultés, à la qualité/performance du livrable pour certains, ou à la qualité/performance de l'accomplissement du travail dans le projet, pour d'autres (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003).

### **2.8.4 Abandon du projet**

L'abandon du projet a été retrouvé en moins grands nombres dans la littérature consultée, que les autres résultats indésirables mentionnés précédemment, précisent les auteurs (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003). Ce résultat indésirable fait référence à l'échec évident d'un projet.

## **2.9 Conclusion**

Un risque peut être représenté par n'importe quel facteur pouvant avoir une influence favorable ou défavorable sur le déroulement ou l'atteinte d'un objectif en termes d'écart.

Nous avons vu que l'intérêt du présent mémoire était axé vers les écarts négatifs, jugeant alors non « risqués » ceux positifs.

Dans ce chapitre nous avons abordé la notion de risque et aussi défini succinctement celle de projet. Par la suite nous avons traité la gestion de risque, sur la base d'une approche traditionnelle, en regard d'étapes précises telles : l'identification, l'analyse, la planification de réponse aux risques et la maîtrise et suivi du risque. Et ce, en passant par l'élaboration d'une liste de risques ainsi que la mise en place des actions de mitigations nécessaires pouvant permettre d'atténuer ou d'éliminer l'impact des risques. De plus, une approche de gestion de risques par facteurs de risques a été expliquée à l'aide d'un cadre conceptuel d'intégration du risque, en mode de gestion de projet. Finalement, la notion de résultats indésirables fut abordée en regard de quatre paramètres : le dépassement du budget, le dépassement de l'échéancier, le non-respect du niveau de la qualité/performance et de l'abandon du projet.

Le chapitre suivant introduit la notion de succès. Il est apporté les distinctions à faire entre le succès de la gestion de projet et le succès du projet et entre les critères et les facteurs de succès. Nous présentons quelques auteurs dont leurs recherches font partie des travaux majeurs au niveau de l'identification et de la compréhension des facteurs de succès.

## **CHAPITRE 3**

### **LA RECHERCHE DU SUCCÈS DANS LES PROJETS**

La notion de succès a depuis longtemps suscité l'attention des chercheurs. Depuis les années 1950 plusieurs travaux axés sur la gestion de projet ont focalisé sur les problèmes de planification mettant alors l'emphase sur le développement de technique de planification avec la conviction qu'il en résulterait une meilleure gestion de projet et ainsi assurer un plus grand succès des projets (Belassi et Tukel, 1996).

Or, un peu plus tard, certains auteurs, ont avancé l'idée que le « succès » dans le cas du succès du projet suggère l'adoption d'une vision avec des considérations d'ordre holistique (Jugdev et Müller, 2006).

#### **3.1 Concept du succès**

De l'avis des auteurs Parfitt et Sanvido (1993) et de beaucoup d'autres, il apparaît pertinent de définir le succès afin d'être en mesure de le mesurer et surtout en finalité, de l'atteindre. Il est connu, la définition du succès est malléable ce qui signifie qu'elle peut différer et varier, entre autres, d'un projet à l'autre, selon la nature et l'ampleur du projet, également d'un individu à l'autre, en fonction du secteur d'activité de l'entreprise.

Nous pouvons affirmer sans grand risque de nous tromper, que de façon générale nous entreprenons un projet avec la ferme conviction que celui-ci sera un succès en finalité. En contrepartie, une des tâches les plus difficiles est de prédire si effectivement le projet sera un succès. Il nous revient alors de bien le comprendre et de se l'approprier convenablement à ce moment.

Par contre, une certaine ambiguïté apparaît quand vient le temps de définir ce que peut bien signifier précisément le terme « succès ». Prendre en compte uniquement les coûts, l'échéancier et la qualité, ne permet pas de garantir que la gestion même du projet se fait de façon convenable. Selon Kerzner (2006), le succès d'un projet est souvent mesuré par les actions prises par trois groupes : le gestionnaire de projet et l'équipe, l'organisation parente et l'organisation du client. D'un point de vue semblable, Préfontaine et al. (2001) conviennent que l'utilisation de méthodes formelles de gestion en favorise l'efficacité même de la gestion, toutefois sans certitude quant à l'égard du succès.

Disons que de façon traditionnelle et générique, la base du succès des projets a été, et demeure encore à certains égards, par certains sans doute, le respect de ce qu'a appelé Atkinson (1999, p. 338) « The Iron Triangle » constitué des trois contraintes coûts, délais et qualité. D'autres auteurs ont nommé ce même trio de contraintes, le triangle d'or pour Westerveld (2003) et l'éternel triangle pour Newcombe (2000).

Pour les auteurs Ashley et al. (1987), cités dans Sanvido et al. (1992), le succès représente une connotation de dépassement en lien avec les attentes initiales tant au niveau des coûts, des délais, de la sécurité, de la qualité et de la satisfaction des participants.

Quant aux auteurs Morris et Hough (1987), ceux-ci précisent que dans la pratique, nous analysons instinctivement par réflexe les aspects de natures économique et financier d'un projet. Ces derniers considèrent qu'au moins trois mesures de succès d'un projet peuvent être identifiées soit ; la fonctionnalité du projet, le management du projet et la performance des entrepreneurs.

Kerzner (2006) souligne que depuis les quelque vingt dernières années, la définition du succès d'un projet était de satisfaire les attentes du client et de réaliser le produit considérant des contraintes de temps, coût et performance. Alors qu'aujourd'hui le succès d'un projet est exprimé en respectant la période de temps allouée, à l'intérieur du budget, selon nos propres niveaux de performance et spécifications, acceptation par le client, avec un minimum de

changements, sans déranger les opérations de l'organisation et sans modifier la culture de l'entreprise.

En dépit d'une littérature abondante et généreuse dans ce domaine, offrant un large éventail de conception et variété de définitions associées au succès, beaucoup s'accordent pour dire que c'est trop hâtif afin de conclure ou arriver à un consensus en la matière. Cependant, nous sommes à même de constater que plusieurs auteurs se rejoignent sur certains points de compréhension. À ce chapitre, précisons d'entrée de jeu, qu'il importe à ce stade d'examiner deux distinctions majeures apportées par certains auteurs à travers la littérature récente afin d'en saisir convenablement la suite reliée au succès. La première, a trait à la distinction à effectuer entre le succès de la gestion de projet et le succès du projet et la seconde a trait à la distinction à faire entre les facteurs de succès et les critères de succès. Plusieurs auteurs (Cooke-Davies, 2002; De Wit, 1988; Munns et Bjeirmi, 1996) ont constaté que cette dernière distinction semble dégager une connotation semblable dans la littérature, menant à être utilisé indifféremment sans plus de distinction. Quant à la première distinction, ces mêmes auteurs s'entendent pour les différencier.

### **3.1.1 Distinction entre le succès de la gestion de projet et le succès du projet**

Dans ce sens, en ce qui concerne la première distinction, la définition présentée par Ika (2004) rejoint celle soutenue par plusieurs auteurs à l'effet que le succès de la gestion de projet est représenté par le respect intégral du triangle délai, coût et qualité. Alors, que le succès du projet correspond davantage au succès du livrable du projet du point de vue des utilisateurs, cette fois. Il est largement connu, deux des objectifs de la gestion de projet se prêtent plus facilement à la mesure : délai et coût ; alors qu'un autre objectif du projet tel la satisfaction des parties prenantes demeure difficile à mesurer voir pratiquement impossible à certains égards.

### 3.1.2 Distinction entre les critères de succès et les facteurs de succès

Quant à la seconde distinction à souligner, celle-ci s'opère entre les critères de succès et les facteurs de succès. Ces derniers, sont des données d'entrées du système de gestion qui conduisent, directement ou indirectement à la réussite du projet ou de l'entreprise. Alors que les premiers correspondent aux mesures par lesquelles le succès ou l'échec d'un projet est considérée (Cooke-Davies, 2002; Lim et Mohamed, 1999).

Nous montrons à la Figure 3.1 comment Lim et Mohamed (1999) représentent schématiquement la relation existante entre les facteurs, représentés par exemple, par des circonstances, des faits ou influences quelconques, et les critères établis, tels des principes, des standards, le tout menant le décideur à porter un jugement. Dans ce cas, le jugement peut très bien représenter l'atteinte du succès.

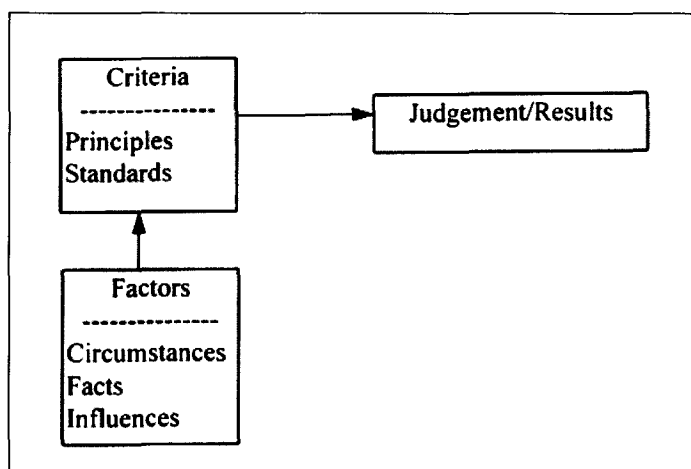


Figure 3.1 Relation entre les critères et les facteurs menant à un jugement.  
Tirée de Lim et Mohamed (1999, p. 244)

## 3.2 Succès et cycle de vie d'un projet

Afin d'exprimer le succès dans le temps en lien avec un repère familier qu'est le cycle de vie d'un projet, les auteurs Munns et Bjeirmi (1996) représentent l'expression de l'étendue du

succès dans les deux formes discutées. Nous pouvons observer qu'il existe une nuance assez marquée quant au moment de leur existence dans le temps : Voir Figure 3.2.

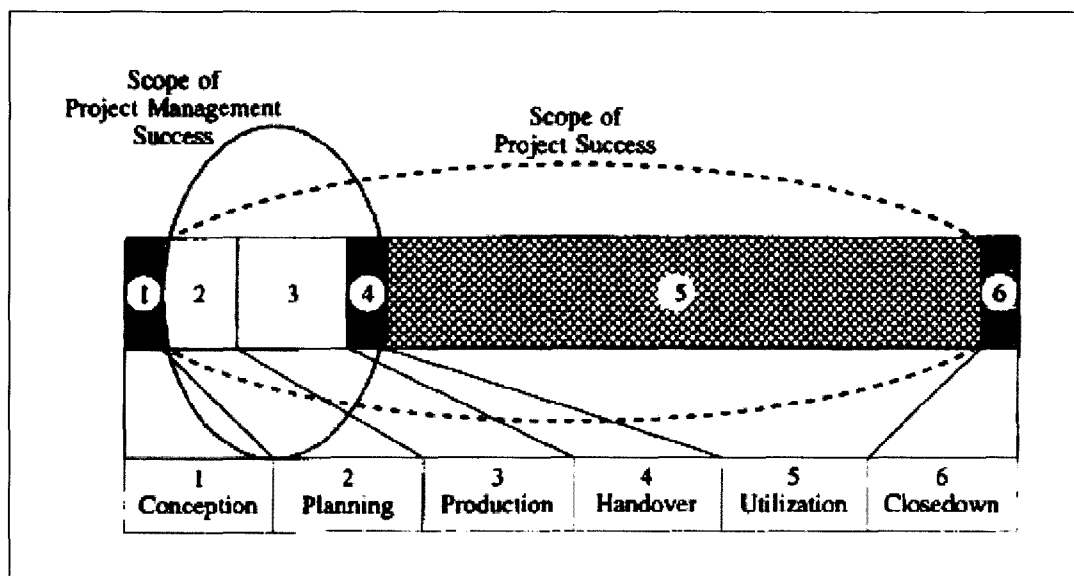


Figure 3.2 Champ d'application de la réussite dans le cycle de vie d'un projet.  
Tirée de Munns et Bjeirmi (1996, p. 85)

Nous pouvons observer à la Figure 3.2 l'expression du succès relatif à la gestion de projet (scope of Project Management Success) ainsi que le succès relatif au projet (Scope of Project Success) se côtoyant au début du cycle de vie du projet, tout en demeurant distinct. Comme nous le mentionnons précédemment, le succès relatif au succès du projet est en lien avec les utilisateurs, ce qui correspond à la partie 5 de la Figure 3.2, dont la proportion de la phase, bien que sans échelle précise, demeure importante dans l'ensemble du cycle de vie. Le succès du projet couvre toutes les phases du cycle de vie d'un projet, de la conception jusqu'à sa disposition en fin de vie. Alors que le succès de la gestion de projet s'inscrit de façon plus temporelle et limitative associées aux phases de la planification, production et livraison dans cet exemple.

### 3.3 La recherche du succès dans le temps

Jusqu'il y a peu, il était courant de percevoir de la philosophie de certaines organisations qu'il fallait dépasser les attentes du client afin de s'assurer du succès d'un projet. Mais voilà que les temps changent et nos paradigmes également.

Plusieurs auteurs, comme Smith et al. (1999), font état de la nature trop optimiste de la nature humaine au départ d'une nouvelle entreprise, ce contre quoi il faut demeurer vigilant.

Nous pouvons affirmer, sans grand risque de nous tromper, qu'instinctivement l'objectif commun recherché vise essentiellement à atteindre le succès du projet en tant que finalité. Nous savons, que la nature de l'homme recherche généralement une certaine stabilité, et pour ce faire il conçoit et interprète de façon systémique son environnement ainsi que ses pensées qui s'en dégagent, d'où s'installe alors la constance recherche de solutions aux situations rencontrées. En fait, notre esprit ne cesse de chercher la vérité comme la plante la lumière.

Dans un sens semblable, l'auteur Popper (2006), cité dans Torrès (1997) déclare :

« C'est notre tendance à rechercher la régularité des occurrences et à prescrire des lois à la nature qui est à l'origine du phénomène psychologique de la pensée dogmatique ou, plus généralement, du comportement dogmatique : nous présumons partout la régularité, et nous nous efforçons de la trouver même là où elle n'existe pas. » (Popper, 2006)

De l'avis de Saaty (1984) la nature humaine a ses traits particuliers qui la caractérise et n'hésite pas à affirmer ce qui suit :

« Il serait cependant exagéré de conclure que l'homme est une créature logique. On peut affirmer plus justement que notre jugement dépend de la totalité de nos impressions, même si celles-ci ne peuvent être logiquement et rigoureusement justifiées. » (Saaty, 1984, p. 13)

Dans le cadre d'une rétrospective sur l'évolution de la compréhension et de la recherche du succès dans les projets, sur plus d'une quarantaine d'années, les auteurs



Jugdev et Müller (2006) montrent à la Figure 3.3 une représentation d'une certaine évolution constatée dans le temps, depuis les années 1960 à nos jours. Cette préoccupation à l'égard de la compréhension et de la recherche du succès se poursuit encore manifestement de nos jours.

PROJECT LIFE CYCLE					
PROJECT LIFE CYCLE					
Conception	Planning	Production / Implementation	Handover	Utilization	Close Down
		Period 1: Project Implementation and Handover (1960s - 1980s)			
		Period 2: CSF Lists (1980s - 1990s)			
	Period 3: CSF Frameworks (1990s - 2000s)				
Period 4: Strategic Project Management (21st century)					

Figure 3.3 Mesure du succès à travers le cycle de vie d'un projet.  
Tirée de Jugdev et Müller (2006, p. 23)

Cette figure tente de situer à quelle phase dans le temps l'intérêt était porté afin de mesurer le succès, à l'intérieur du cycle de vie d'un projet et d'un produit. Quatre périodes sont distinguées dans le temps, allant des années 1960 au 21<sup>e</sup> siècle. Il en ressort, que l'empreinte identifiant les phases impliquées, a progressé à l'intérieur du cycle de vie dans le temps. Celles-ci, se concentrent sur deux phases dans les années 1960 – 1980, représentée par la période 1, principalement axée sur la phase production / implémentation. Alors qu'aujourd'hui, représenté par la période 4 (21<sup>e</sup> siècle), l'ensemble des phases est concerné et mis à contribution.

À remarquer, ce n'est qu'à la troisième période, dans les années 1990 – 2000, à l'arrivée de la notion de gestion stratégique de projet, que toutes les phases du cycle de vie d'un projet sont prises en compte dans la mesure du succès. Bref, ce constat exprime une vision de plus en plus étendue et intégratrice sous l'apparence d'une approche holistique en la matière.

### 3.4 Les facteurs de succès

Nous avons discuté précédemment de la distinction qui existe entre les critères de succès et les facteurs de succès. Rappelons que les facteurs de succès, sont des données d'entrées du système de gestion qui conduisent, directement ou indirectement à la réussite du projet ou de l'entreprise.

Les facteurs de succès ont fait l'objet de nombreuse recherche par le passé. Rockart (1982), fut identifié comme le premier à avoir utilisé le terme « facteurs critiques de succès » (Critical Success Factors (CSF) en anglais) en contexte de projet et de gestion de projet.

Selon Parfitt et Sanvido (1993) l'établissement des facteurs de succès demeure une technique de management de projet fondée sur les recherches antérieures qui se base sur les facteurs de succès des projets réalisés par le passé.

Une brève rétrospective sur la revue de littérature montre l'intérêt qui a été accordé sur le sujet, à en juger de par l'intensité des recherches effectuées à partir des années 1980 par plusieurs auteurs (Baker, Fisher et Murphy, 1983; Kerzner, 1987; Morris et Hough, 1986; Pinto, 1986; Sanvido et al., 1990). Il en ressort une abondante variété de résultats au niveau de l'identification et de la compréhension des facteurs de succès selon les auteurs. Nous présentons ci-après quelques auteurs dont leurs recherches font partie des travaux majeurs en la matière.

Baker et al. (1983) soutiennent principalement l'idée que la perception du succès d'un projet ou de l'échec de celui-ci ne peut être correctement représentée par le respect des coûts et des échéances. Car, ils soulignent que le succès d'un projet peut exister même en présence du non-respect des coûts et des échéances.

Quant à Kerzner (1987), il a identifié six facteurs critiques de succès (CSF) favorisant le succès d'un projet. Ils se présentent comme suit et concernent la compréhension de

l'entreprise en regard de la gestion de projet, l'appui de la direction face à la gestion de projet, l'adaptabilité organisationnelle, la sélection de critères du chef de projet, le style de direction (leadership) du chef de projet et l'engagement à planifier ainsi qu'à contrôler.

Pour leurs parts, Morris et Hough (1986) ont présenté dans leur recherche une liste de 21 facteurs qualifiés de conditions préalables à l'atteinte du succès dans le cadre des projets majeurs (*Voir annexe V, p. 156*). Ils prennent soin d'informer le lecteur, à l'effet que leur liste ne doit pas être considérée comme limitative, au contraire celle-ci se doit d'être vue comme dynamique et adaptative. Nous convenons que l'inverse nous amènerait certainement à faire preuve de candeur.

Dans un exemple, Pinto (1986) a regroupé dans un même tableau les résultats obtenus par 5 auteurs, suite à l'identification des facteurs critiques de succès dans le cadre de projets d'implantation (*Voir annexe VI, p.158*). La compréhension du succès diffère d'un auteur à l'autre, cependant, l'auteur observe qu'il est tout de même possible de voir ressortir quelques facteurs de succès généraux communs à plus de deux auteurs.

Les auteurs Slevin et Pinto (1987) ont pour leurs parts développé et raffiné un ensemble de 10 facteurs critiques de succès significatifs et utiles pour les gestionnaires de projet, le tout s'inscrivant à l'intérieur du cycle de vie d'un projet. Ces facteurs sont suffisamment génériques afin de convenir à plusieurs types de projet. Ils se présentent comme suit et concernent la mission du projet, l'engagement de la direction envers le projet, l'échéancier et la planification du projet, l'implication du client, le recrutement du personnel, la capacité technique, l'acceptation du client, suivi et contrôle en continu, la communication et la résolution des problèmes. La définition de chaque facteur, par les auteurs, est présentée en annexe (*Voir annexe VII, p. 159*).

### 3.5 Conclusion

La revue de littérature montre que la recherche sur le succès s'inscrit dans une recherche incessante entreprise par de nombreux auteurs, et se poursuit encore aujourd'hui. L'approche retenue par plusieurs auteurs pour l'expression du succès passe par l'identification de facteurs et semble rejoindre à ce niveau, une certaine unanimité difficilement contestable dans le milieu. Que se soit dans l'utilisation des termes « facteurs de succès » ou « facteur critique de succès », nous dénotons un intérêt soutenu en la matière.

Beaucoup de recherche demeure encore à réaliser afin de faire progresser notre compréhension du succès. Même en dépit de plusieurs décennies de travaux de construction, l'industrie demeure pratiquement inchangée et le tout suggère que nous avons acquis légèrement une meilleure compréhension des facteurs menant au succès des projets (Sanvido et al., 1990). Ramonjavelo (2007) nous le rappelle, le nombre de facteurs critiques de succès diffère d'un auteur à l'autre (*Voir annexe VIII*, p. 160).

Nous avons vu dans ce chapitre la notion de succès ainsi que les distinctions à faire entre le succès de la gestion de projet et le succès du projet et entre les critères et les facteurs de succès. Quelques auteurs ont été présentés dont leurs recherches font partie des travaux majeurs au niveau de l'identification et de la compréhension des facteurs de succès.

Dans le prochain chapitre, l'analyse multicritère sera introduite et discutée comme méthode à utiliser afin de prendre en considération un nombre important de paramètres (facteur) simultanément. La méthode AHP sera décrite et expliquée comme choix retenu dans le cadre de ce mémoire. Un exemple d'application est décrit et montré afin de bien représenter la grande capacité de la méthode retenue à traiter beaucoup d'information.

## **CHAPITRE 4**

### **MÉTHODE D'ANALYSE MULTICRITÈRE**

L'environnement dans lequel nous évoluons aujourd'hui est complexe (Lifson et Shaifer, 1982; Saaty, 1980). Ainsi, en regard de la multitude de facteurs présents dans notre environnement, et ce, en sus également de leurs interrelations contribuent à entretenir cette complexité (Lifson et Shaifer, 1982; Miller et al., 2000; Saaty, 1980) et ainsi mettre à rude épreuve l'atteinte de la réalisation des objectifs. Cette synergie constante (Chan, Scott et Chan, 2004; Smith, Merna et Jobling, 1999) rend d'ailleurs plus ardue toute prise de décision cohérente même en considérant nos plus attentives appréciations, en vue de conclusions pertinentes. Sans aucun doute, apprécier et évaluer un projet dans son entièreté considérant tous ses détails représente une tâche colossale. Il s'avère donc difficile, voir impossible dans certains cas, d'obtenir les informations pertinentes et nécessaires à son évaluation (De Montis et al., 2000; Liang, 2003) et mêmes peut s'avérer très dispendieuses à obtenir (Triantaphyllou et Mann, 1995; Van Lenthe, 1993).

L'influence des facteurs présents dans l'environnement est très complexe et ne peut dans tous les cas être totalement compréhensible. Cependant, l'omniprésence de leurs effets demande alors au décideur de leur porter une certaine attention et même d'en tenir compte à divers niveaux jusqu'à les intégrer à tout moment dans leurs décisions (De Montis et al., 2000). Afin de bien saisir et comprendre cet environnement complexe dans lequel se retrouvent nos projets, implicitement cela nous amène à avoir recours à une méthode d'analyse multicritères en vue d'aider la prise de décision. On doit s'attendre de cette méthode d'être en mesure de mesurer ce quelle doit mesurer (validité), accepter les informations utiles du décideur, être compatible avec les informations disponibles, conviviales dans son utilisation et surtout faciles à comprendre dans sa méthodologie (Løken, 2007). La finalité de cette démarche doit mener à assister favorablement le décideur vers la prise de décisions éclairées, dans le sens de l'aider à formuler une recommandation qui puisse apporter une solution au problème de

décision. Voici comment Guitouni et Martel (1998) représentent la dynamique qui anime le décideur et son environnement : Voir la Figure 4.1.

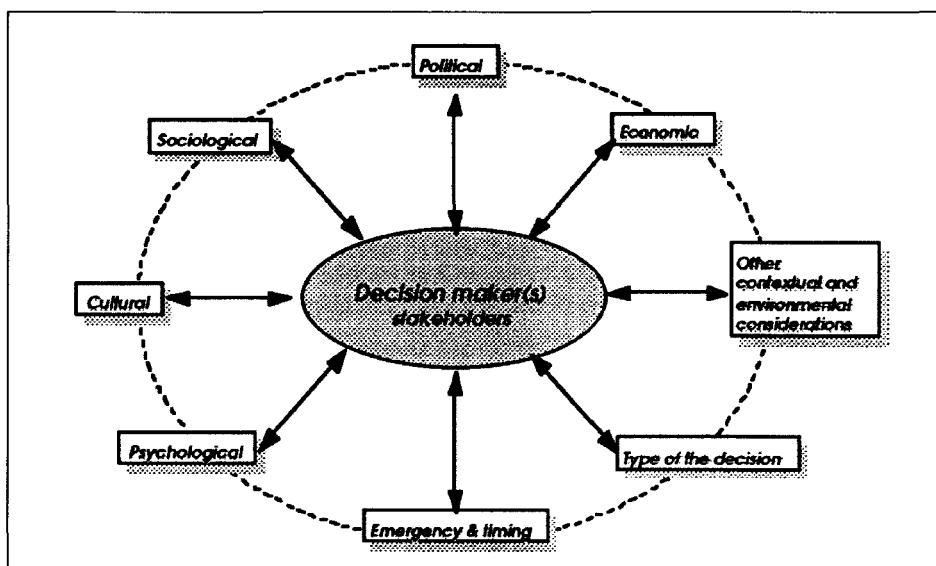


Figure 4.1 Considérations inhérentes à la prise de décision.  
Tirée de Guitouni et Martel (1998, p. 504)

Cette figure représente bien, de façon schématique, l'interaction existante entre le décideur et son environnement, dont les liens d'influence sont bidirectionnels et modulés selon le contexte. L'acceptation de cette représentation nous amène plus aisément à saisir que la conception de la décision rationnelle tant à s'éloigner au profit de la décision basée sur un ensemble de compromis.

Ainsi, montrée à la Figure 4.2 la décision peut se situer quelque part entre la décision rationnelle, non rationnelle et irrationnelle (Harker et Vargas, 1987). Considérant cette complexité, cela laisse d'ailleurs bien peu de place à la certitude quant à la rationalité de nos décisions dans semblable contexte, un argument militant en faveur de recourir à un outil capable d'évoluer à certains égards dans un tel environnement.

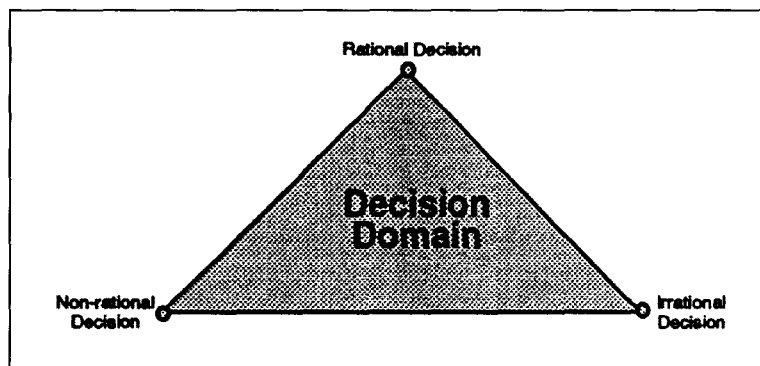


Figure 4.2 Domaine de la décision.  
Tiré de Guitouni et Martel (1998, p. 504)

Dans une démarche de prise de décision en vue de choisir une solution optimale, il va de soi que le décideur vise évidemment à prendre la meilleure décision au moment où il est appelé à la prendre. Il est d'ailleurs connu une solution optimale objective peut être obtenue plus facilement lorsque la décision repose sur un seul critère. Mais dans la réalité, il s'avère souvent insuffisant de baser une décision sur uniquement un seul critère alors que nous sommes en présence d'une multitude d'autres critères. La prise en compte de plusieurs critères et opinions divergentes des décideurs conduit plutôt à produire une solution fondée sur la base de compromis acceptables (Guitouni et Martel, 1998; Nigim, Hipel et Smith, 2006). De plus, les critères sont souvent conflictuels ce qui ne permet pas d'optimiser la solution pour tous les critères (Chakhar et al., 2007). En finalité, nous considérons qu'une prise de décisions amène généralement le décideur à trouver des solutions de compromis quant à l'atteinte de certains objectifs (Løken, 2007).

Considérant que notre argumentaire repose sur « la réalité » multicritère, nous désirons préciser que le recours à une méthode d'analyse multicritère n'est pas fait en regard d'un déclassement intentionnel d'une quelconque méthode monocritère. Nous ne remettons pas sans aucun doute cette dernière approche qui a su démontrer son efficacité en la matière. D'autant que le recours à une méthode monocritère (calcul économique, etc.) ne signifie certes pas pour autant que la réalité réfère à un seul critère également, mais qu'explicitement un seul critère est retenu afin d'aider à la décision. Cette approche présuppose que l'unique critère reflète l'ensemble de l'aspect du problème et que le résultat traduit la préférence

globale des divers points de vue. D'un autre côté, le recours à l'approche multicritère en prétextant que cela rejoint la « réalité » ne semble pas représenter un argument suffisant en soi, et n'évoque pas une preuve non plus. Mais s'inscrit plutôt dans un changement de paradigme, une autre façon de faire, dans l'esprit d'en arriver à se forger une certaine conviction (Bouyssou, 1993). En accord avec Bouyssou (1993), il n'est pas déraisonnable de prétendre que le recours à l'approche multicritère peut favoriser positivement la modélisation, aidant à dégager des « axes de signification » (Roy, 1985) des préférences et représente la perception capturée du problème par les acteurs. Avoir recours à plusieurs critères c'est admettre inévitablement que le résultat d'une décision s'appuiera sur un ensemble de compromis, et accepter d'autre part que certains objectifs puissent être en conflits.

Nous jugeons nécessaire de garder à l'esprit que, dès lors, se pencher sur le choix d'une méthode d'analyse multicritère demande et suggère déjà en soi d'avoir recours à une analyse multicritère, problématique décisionnelle ambiguë que nous n'aborderons donc pas dans ce mémoire puisqu'inexorablement cela nous conduirait à « chercher la quadrature du cercle ».

L'appellation « prise de décision multicritères » connue sous l'acronyme MCDM (multicriteria decision making) est un terme générique et représente plusieurs méthodes pouvant aider les décideurs à prendre des décisions en regard de leurs préférences, et ce, dans des situations où plus d'un critère se concurrencent. Le recours à une MCDM suggère d'ailleurs que nous sommes en présence d'un problème de nature assez complexe, mais pas exclusivement cependant. Un autre terme est souvent utilisé dans la littérature sous le nom « aide multicritère à la décision » aussi nommée « analyse multicritère à la décision » et se présente sous l'acronyme MCDA (Multicriteria decision aid (or analysis)). L'utilisation d'une MCDA permet de fractionner le problème en diverses composantes. Lesquelles sont pesées suivant les jugements et appréciations et finalement le tout est reconstitué afin d'obtenir une vision globale du décideur. On retrouve sous cette appellation plusieurs méthodes qui aident le décideur à prendre de meilleures décisions. La méthode elle-même ne prend évidemment pas de décision à la place du décideur, mais permet d'apporter le support



nécessaire afin d'assister le décideur à organiser et synthétiser l'information qu'il a recueillie. Elle aide également le décideur à comprendre et à mieux identifier les critères fondamentaux nécessaires à l'élaboration de l'énoncé de la logique de résolution du problème de décision et en conséquence, à mieux y répondre (Løken, 2007; Pirdashti et al., 2009).

Zhou et al. (2006), cités dans Pirdashti et al. (2009, p. 229), présentent un classement des méthodes d'analyses décisionnelles, appelées en anglais « decision analysis methods ». Lesquelles sont présentées en trois groupes, dont le « multiple criteria decision making » (MCDM) qui à son tour est partagé en deux sous-groupes composés de « multiple attribute decision making » (MADM, appelé aussi MCDA) et « multiple objective decision making » (MODM) : Voir la Figure 4.3.

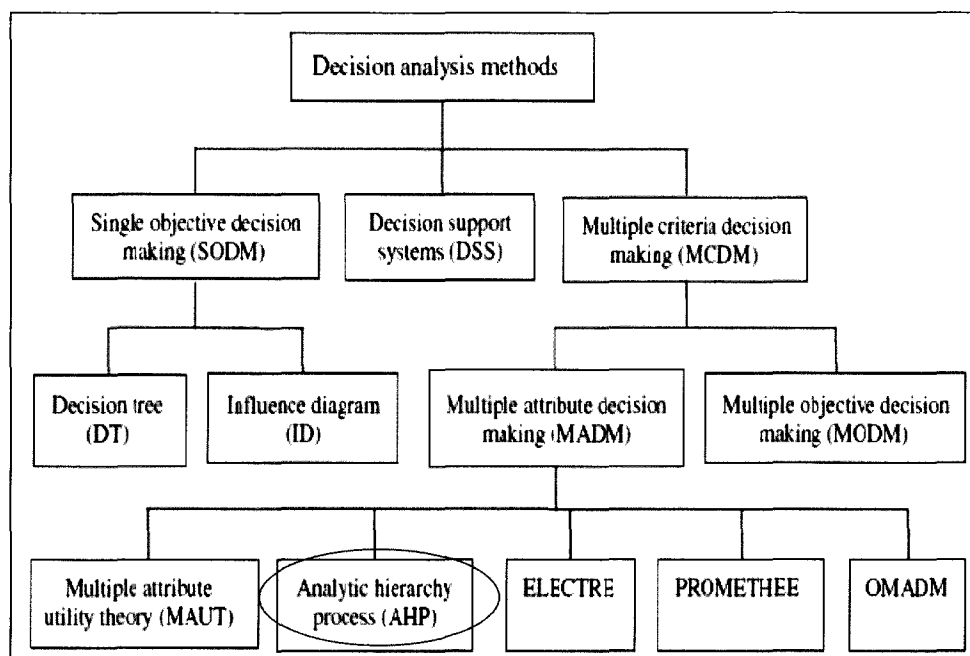


Figure 4.3 Classification des méthodes d'analyse décisionnelle.

Adaptée de Pirdashti et al. (2009, p. 229)

Selon la Figure 4.3 nous pouvons voir que la MADM (MCDA) comprend entre autres, la méthode AHP (voir ellipse de couleur rouge). Dans leur étude Zhou et al. (2006), cités dans Pirdashti et al. (2009, p. 229), indiquent que cette dernière s'avère être la méthode la plus populaire à la hauteur de 18%.

De plus, selon De Montis et al. (2000) les MCDA ont la particularité et le potentiel de prendre en compte spécifiquement les caractéristiques environnementales d'un problème.

Pourtant en dépit d'un développement impressionnant de ces dernières années, Guitouni et Martel (1998) nous rappellent qu'il n'existe pas à ce jour une « super-méthode » qui sera adaptée afin de répondre à toutes les situations où nous avons besoin de prendre des décisions. Mais parvenir à faire un choix judicieux quant à la méthode d'analyse à retenir est par conséquent primordial.

Depuis plusieurs années, une grande quantité de MCDA a été proposée et développée (Bufardi et al., 2003; De Montis et al., 2000; Guitouni et Martel, 1998; Liberatore et Nydick, 1997; Løken, 2007) afin d'accompagner les décideurs, lors de la prise de décisions, et ce particulièrement lorsqu'ils sont en présence d'alternatives. Nous n'allons certes pas inventorier les méthodes, d'ailleurs, il nous apparaît presque impossible à réaliser pareille recherche considérant leur grand nombre. D'autres parts, les auteurs Liberatore et Nydick (1997) ont examiné quelques méthodes d'intérêt pouvant être utilisées en présence de critères multiples dont entre autres : la méthode grille de pointage « scoring models », la méthode MAUT (Multiple Attribute Utility Theory) et la méthode hiérarchique multicritère (AHP). Ces méthodes multicritères d'aide à la décision, sont généralement présentées dans la littérature sous l'acronyme MCDA. Précisons d'emblée que chaque méthode dispose de son approche qui lui est spécifique et cela serait une non-vérité de prétendre qu'ils produisent les mêmes résultats. Pour ces trois méthodes, DelVecchio (2006) résume bien quelques avantages et inconvénients de chacune d'entre elles : *Voir* Tableau 4.1.

Tableau 4.1 Récapitulatif des méthodes présentées  
Tiré de DelVecchio (2006)

Méthode	Description	Avantages	Inconvénients
Grille de pointage (Scoring method)	Poids relatif et notation de chacun des critères	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplicité d'utilisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attribution arbitraire du poids relatif</li> <li>• L'échelle ordinale empêche de faire une comparaison relative.</li> </ul>
Théorie de l'utilité multiattribut (MAUT)	Fonction d'utilité explicite permettant d'obtenir un rang des options possibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évite de pondérer arbitrairement les critères</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepts de loterie et d'utilité souvent mal interprétés</li> <li>• L'échelle ordinale donne le rang des options sans un degré de préférence relative.</li> </ul>
Méthode hiérarchique multicritère (AHP)	Méthode hiérarchique de comparaisons binaires des éléments qui établit la priorité entre différentes options.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthode intuitive et attrayante</li> <li>• Permet d'inclure différents types de variables (qualitatives / quantitatives, tangibles / intangibles)</li> </ul>	

Suite à leur analyse, Liberatore et Nydick (1997) soutiennent que la méthode AHP palie substantiellement, en sa faveur, l'ensemble des inconvénients soulevés dans les autres méthodes montrées ci-dessus. D'autre part, ils ne sont pas sans souligner toutefois que la méthode AHP s'est méritée, à une certaine époque, ses propres détracteurs. Ceux-ci alléguant, non pas sans raison, une possible inconstance du jugement ainsi qu'un renversement possible des rangs des alternatives lorsque d'autres alternatives étaient ajoutées. Ces points ne conféraient donc pas d'avantages à l'utilisation de la méthode AHP. Mais depuis, mentionnent Liberatore et Nydick (1997), l'évolution récente du développement de la théorie AHP a permis de circonscrire et résoudre ces problématiques.

Ainsi, la méthode AHP est une technique d'analyse qui permet de résoudre des problèmes décisionnels en prenant en compte de multiples critères et d'exercer un choix entre des options préétablies. Cette technique d'analyse permet d'incorporer à la fois des critères

quantitatifs (objectifs) et qualitatifs (subjectifs) sans toutefois compromettre ces deux perspectives (Akomode, Lees et Irgens, 1998; Cheng et Li, 2001; Ramanathan, 2001; Saaty, 1987). Cette méthode a été utilisée dans de nombreux domaines (Shim, 1989) d'ailleurs, considérant sa flexibilité et son côté intuitif, plusieurs entreprises et gouvernements l'utilisent (Elkarmi et Mustafa, 1993). Les informations requises pour l'utilisation de cette méthode sont plutôt faciles à obtenir (Triantaphyllou et Mann, 1995). Également, elle prend en considération les éventuelles incertitudes, les divergences sociales, et les jugements des décideurs à certains égards lorsqu'il y a explicitement absence de données techniques ou historiques (Nigim, Hipel et Smith, 2006). De plus, elle possède des aptitudes à pouvoir répondre à un ensemble de critères. Pour ces considérations, entre autres, dans le cadre de la suite de ce mémoire, notre choix se porte sur la méthode AHP, considérée depuis longtemps comme très adéquate (convenable) en matière d'aide à la décision.

Considérant que cette méthode est intégrée à notre recherche dans le cadre du processus de décision, il nous apparaît plus qu'important de saisir l'essence même de ses principes qui la dirigent ainsi que de bien comprendre son fonctionnement. C'est pourquoi, elle sera explicitée dans la prochaine section.

#### **4.1 Présentation de la méthode AHP**

La méthode AHP est une approche analytique multicritère d'aide à la décision (Partovi, 1994; Saaty, 1980; Seppala, Basson et Norris, 2001). Elle repose foncièrement sur des calculs complexes ayant recours à l'algèbre matricielle. Selon Saaty (1984; 2008) cette méthode a été utilisée dans plusieurs domaines, tous aussi variés les uns que les autres, tels concernant : le rationnement de l'énergie, le conflit du Moyen-Orient, la planification des transports au Soudan, l'élection présidentielle américaine en 1976, les cours du pétrole en 1980, ainsi que plusieurs applications concernant les entreprises, etc. À cet effet, plusieurs autres auteurs rapportent des succès relatifs à son utilisation comme par exemple : Partovi et al. (1990) dans le domaine du management des opérations, Dey et al. (1994) pour la gestion de risques de projets, Korpela et Tuominen (1996) pour l'analyse comparative des opérations

logistiques, Dey et Gupta (2001) pour la sélection de projets, Hariharan et al. (2004) pour la gestion de la qualité des services dans le domaine hospitalier, etc.

Bien qu'il existe de nombreux ouvrages traitants de cette approche, nous examinerons succinctement ses fondements et mode de fonctionnement. Nous nous limiterons aux aspects qui nous semblent les plus importants, sachant que le lecteur peut aisément retrouver des sources de documentation plus spécialisées.

Cette méthode a été développée par Saaty (1980) afin de déterminer essentiellement les priorités relatives ou les poids, exprimés en nombre cardinal (Ziara et al., 2002), à être assignés aux différents critères, sous-critères et alternatives qui caractérisent une décision (Lin et Yang, 1996). Cette méthode permet de diviser un problème complexe en un système hiérarchique fonctionnel (Saaty, 1984) composé de ses éléments sur la base de leurs relations essentielles. Par paires, les comparaisons sont faites des éléments de chaque hiérarchie au moyen d'une échelle ordinale, permettant d'accorder une valeur relative sur la base de jugements selon les variables. Dans les faits, cela permet de convertir un problème de décision complexe en une série de jugements simples. Après quoi, les comparaisons sont évaluées quantitativement pour établir une matrice de comparaison, de laquelle un vecteur propre (Saaty, 2003) est tiré, appelé « *eigenvector* » en anglais. Lequel indique les poids comparatifs parmi l'ensemble des éléments composant la hiérarchie. Cette étape consiste donc à synthétiser l'ensemble des jugements recueillis afin d'identifier les critères les plus influents. En dernier lieu, de façon quantitative, la valeur propre (Saaty, 2003) appelée « *eigenvalue* » en anglais, est déterminée et utilisée pour évaluer la cohérence des jugements explicites de la matrice comparative. C'est à ce moment que le décideur détermine s'il peut accepter les informations ou revoir les appréciations.

En somme, le processus de décision nécessaire à l'utilisation de la méthode AHP se présente en cinq étapes, dont au préalable la problématique ou le but de l'analyse doit être bien identifié. Les cinq étapes s'énoncent comme suit : établir la structure de la hiérarchie, procéder aux comparaisons par paires (binaire), calculer les vecteurs propres, calculer

l'indice de cohérence (CR) et déterminer les priorités des alternatives. Voici un exemple de schéma décisionnel qui illustre bien la séquence, présentée sous la forme d'un organigramme : *Voir la Figure 4.4.*

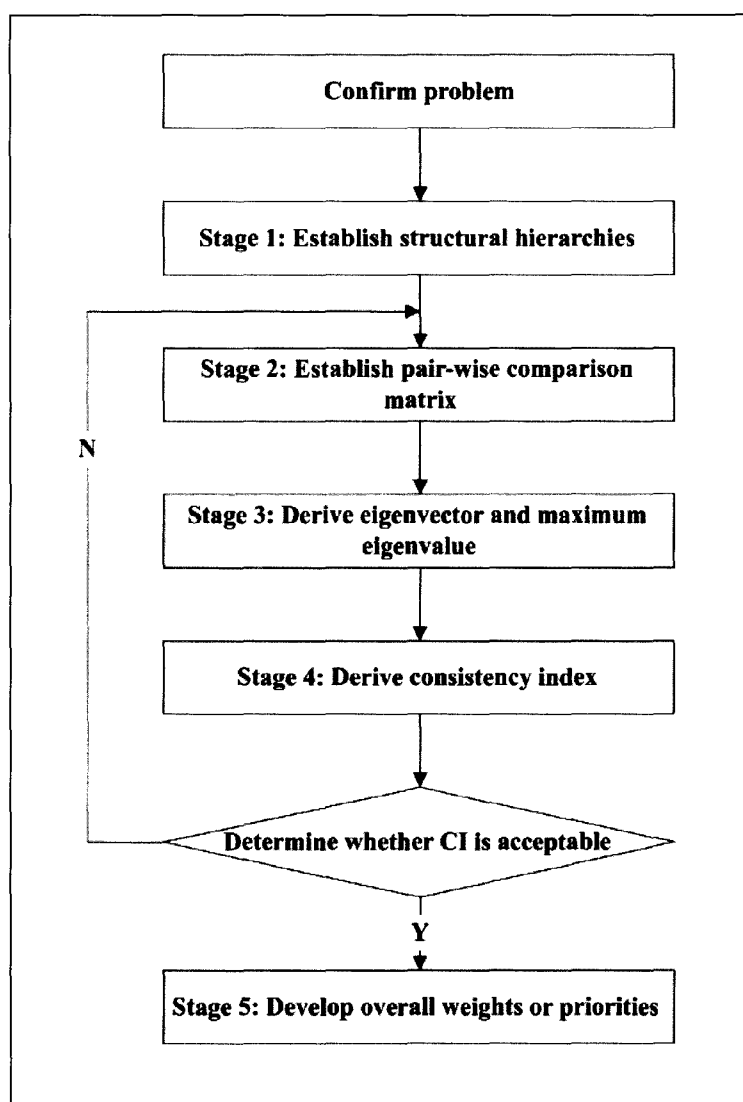


Figure 4.4 Organigramme du processus de décision de la méthode AHP.  
Tirée de Liang (2003, p. 447)

Le point de départ essentiel de l'utilisation de cette méthode consiste à exprimer soigneusement la structure de la hiérarchie qui reflétera la problématique à résoudre. La structure de la hiérarchie peut être réalisée selon deux approches soit en partant du haut vers le bas ou du bas vers le haut. Cette dernière prend en considération que le décideur focus

davantage sur les alternatives en guidant sa réflexion sur l'ensemble des éléments classés sous la forme « pour et contre » l'aidant à identifier les critères nécessaires et précisant en finalité l'objectif. Quant à la première approche, l'emphase est mise sur un objectif précis, ce qui rejoint les préoccupations des décideurs et de l'organisation. Cette approche requiert en retour que le décideur possède très bien la problématique à résoudre. Précisons que dans la pratique, des aller-retours d'une approche à l'autre est tout à fait envisageable et concevable à la fois (Forman et Selly, 2001).

Les critères sélectionnés, constituant la hiérarchie, doivent être choisis en lien avec le but et également en regard de leurs influences marquées sur les alternatives (Saaty, 1984). Selon Choo et al.(1999), ces dernières sont généralement mesurées par chaque critère. La hiérarchie est généralement construite sur au moins trois niveaux, comprenant le but, les critères et les alternatives (Liberatore et Nydick, 1997; Vaidya et Kumar, 2006). La nomenclature utilisée pour l'identification des niveaux peut être différente d'un auteur à l'autre, par exemple, elles peuvent être présentées comme suit : le but, objectifs et sous-objectifs et alternatives (Forman et Selly, 2001). En somme, la dénomination utilisée peut varier d'un auteur à l'autre, mais le sens demeure semblable. Voici à titre d'exemple une représentation schématisée de la structure de la hiérarchie généralement recherchée dans l'élaboration d'un problème de décision à résoudre : *Voir Figure 4.5.*

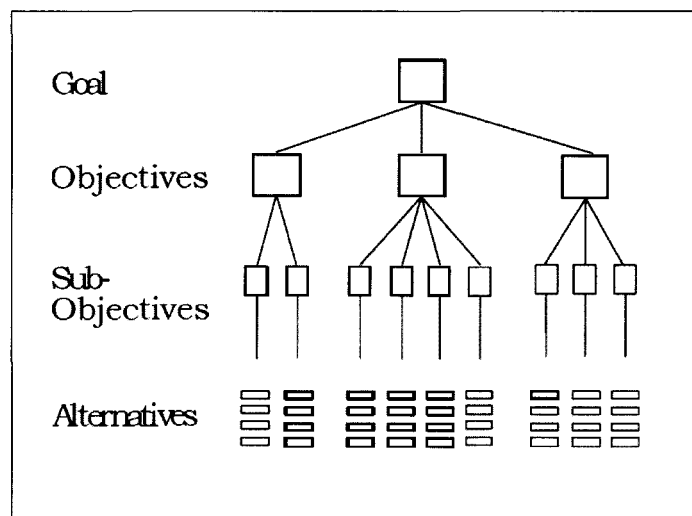


Figure 4.5 Hiérarchie de décision.  
Tirée de Forman et Selly (2001, p. 43)

Soulignons que la méthode AHP revêt un avantage considérable permettant de traiter des critères de natures variées et hétéroclites, comme il nous est possible d'en rencontrer dans plusieurs aspects de la vie (Beynon, 2002; Bufardi et al., 2003; Forman et Selly, 2001; Saaty, 1984; Triantaphyllou et Baig, 2005). En effet, la comparaison par paires, dite binaire, se prête à l'intégration logique de critères dont la teneur se situe autant au niveau qualitatif que quantitatif (Goldenberg et Shapira, 2007; Liang, 2003; Vaidya et Kumar, 2006; Wei, Chien et Wang, 2005), au niveau subjectif qu'objectif (Partovi, 1994; Saaty, Peniwati et Shang, 2007; Shapira et Goldenberg, 2005) ainsi qu'au niveau intangible que tangible, (Goldenberg et Shapira, 2007; Saaty, 2004; Saaty, Peniwati et Shang, 2007; Vaidya et Kumar, 2006).

En substance, nous retenons que cette méthode rigoureuse repose sur trois principes directeurs soit : la construction de hiérarchies, l'établissement de priorités et la vérification de la cohérence logique (De Montis et al., 2000; Saaty, 1984; Saaty et Vargas, 2001). Pour plus amples détails concernant ces éléments, le lecteur est invité à se référer à l'annexe IX, p.163. De plus, les axiomes sur lesquels est basée la méthode AHP sont également mentionnés.



## 4.2 Exemple d'application de la méthode AHP

Nous présentons ici un exemple d'application de la méthode AHP montré sur la base de l'utilisation d'un tableur Excel. Également, dans le cadre de l'analyse multicritère, les jugements, c'est-à-dire les comparaisons par paires peuvent être faites soit de façon individuelle ou en groupe, c'est-à-dire par un décideur ou par un panel d'experts, par exemple. Pour ce dernier, un artifice mathématique permet de prendre en compte plusieurs avis, via une moyenne. Laquelle reflète l'importance attribuée aux critères considérant la variation de perception d'un individu à l'autre envers « ce qui est plus important ». Comme le mentionne Werstink (2007) cette moyenne peut être alors considérée comme étant une représentation d'une certaine « sagesse collective ». Nous comprenons que dans ce sens, la mise à contribution d'un plus grand nombre de participants suggère l'atteinte de ce niveau. Dans le cadre de ce mémoire, nous avons adopté la première façon uniquement, en raison de sa simplicité d'application et de l'aspect démonstratif recherché.

Dans le cadre d'un programme d'attribution du budget régional complémentaire en maintien d'actifs immobilier, un gestionnaire doit procéder à l'analyse d'une série quatre projets qui lui sont présentés par un établissement. Les projets candidats déposés sont montrés au Tableau 4.2.

Tableau 4.2 Liste de projets déposés

Projets	Description	Valeur du projet	Participation demandée
1	Remplacement de la membrane de la toiture	780 000 \$	300 000 \$
2	Réparation de la maçonnerie des murs ouest et nord	1 250 000 \$	450 000 \$
3	Remplacement, mise aux normes des ascenseurs 3 et 4	275 000 \$	175 000 \$
4	Mise aux normes du système d'alarme incendie	750 000 \$	195 000 \$

Précisons que le gestionnaire dispose pour chaque projet d'une fiche permettant d'en connaître les détails tels la portée des travaux, la participation financière de l'établissement au projet, l'impact de la non-réalisation du projet, etc. Il va sans dire que la connaissance du parc immobilier de l'établissement concerné est requise afin d'aider à relativiser l'ensemble des informations dans ce contexte. Le gestionnaire procède à l'analyse de l'ensemble des projets présentés en regard des critères spécifiques retenus et préétablis au niveau régional. Pour ce faire, il est décidé que l'analyse sera effectuée avec l'aide de la méthode AHP afin de sélectionner le meilleur projet admissible et d'agréger l'ensemble des projets soumis. Considérant les ressources financières limitées, il apparaît possible qu'un seul projet puisse être retenu et fasse l'objet d'une attribution d'une subvention pour cet établissement.

Cette analyse de priorisation des projets constitue le problème à résoudre. Lequel est décomposé en ses éléments sous la forme d'une structure hiérarchique. Voici comment le gestionnaire présente la structure hiérarchique développée sur trois niveaux. Le premier niveau comporte le but, c'est-à-dire de sélectionner un projet, parmi ceux présentés. Le second niveau, montre les critères retenus pour cette analyse qui se présentent comme suit : l'état de vétusté de l'installation, l'aspect relatif à la sécurité de l'intervention et la capacité financière de l'établissement à supporter cette intervention. Le troisième niveau comprend les alternatives, représentées par les quatre projets, parmi lesquels le gestionnaire doit opérer le choix : *Voir Figure 4.6.*

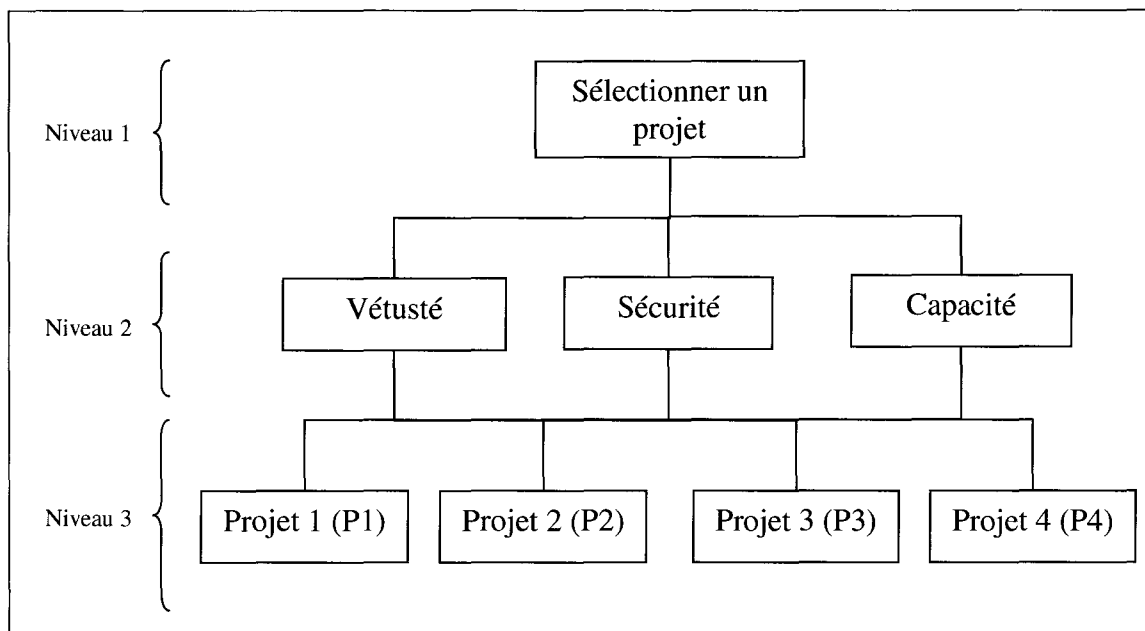


Figure 4.6 Hiérarchie de la structure du problème de sélection d'un projet.

Une fois la structure du problème développée, les comparaisons par paires sont réalisées pour chaque niveau. Les niveaux deux et trois sont traités dans cet ordre successivement. Les jugements sont d'abord exercés parmi les critères du deuxième niveau, c'est-à-dire entre les trois critères suivants : vétusté, sécurité et capacité. Suite à son analyse, le gestionnaire traduit ses jugements par paires et introduit les valeurs ordinales dans la matrice. Par la suite, une fois la normalisation de la matrice réalisée, le vecteur propre (Eigenvector) de la matrice est ainsi calculé : Voir Figure 4.7.

	Vétusté	Sécurité	Capacité	Vecteur propre
Vétusté	1	1/2	3	0,3202
Sécurité	2	1	4	0,5571
Capacité	1/3	1/4	1	0,1226
$\lambda_{\max} = 3,02$				CI = 0,00916
CR = 0,02				RI = 0,52
				CR < 0,10 = ok

Figure 4.7 Matrice de comparaisons par paires des critères en regard de l'objectif.

À la Figure 4.7, le vecteur propre exprime l'agrégation des critères en fonction des jugements. Selon les résultats de cette analyse le critère sécurité présente une forte prédominance, le critère vétusté est le deuxième en importance alors que le critère capacité est le moins important avec les résultats respectifs suivants : 0.5571, 0.3202 et 0.1226.

La prochaine étape consiste à effectuer les comparaisons par paires de chacun des 4 projets, situés au troisième niveau, en regard de chaque critère situé au niveau supérieur soit par rapport à la vétusté, la sécurité et la capacité. Par la suite, après normalisation de la matrice, le vecteur propre (Eigenvector) de chaque matrice est calculé. La cohérence de l'ensemble des jugements est vérifiée pour chaque matrice, en s'assurant que l'indice CR soit égal ou inférieur à la valeur de 0,10.

La Figure 4.8 montre la matrice de comparaisons complétées en regard du respect du critère vétusté. L'indice CR est vérifié avec un résultat de 0,02, en conséquence acceptable. Sous ce critère la priorité des projets se classe comme suit, en ordre décroissant d'importance : P2, P1, P3 et P4 avec des valeurs respectives de 0,4896, 0,3054, 0,1264, et 0,0786. Nous constatons que le critère vétusté influence de façon significative les projets P2 et P1.

Vétusté	P1	P2	P3	P4	Vecteur propre
P1	1	1/2	3	4	0,3054
P2	2	1	4	5	0,4896
P3	1/3	1/4	1	2	0,1264
P4	1/4	1/5	1/2	1	0,0786

---

$\lambda_{\max} = 4,05$	CI = 0,01619	RI = 0,89
CR = 0,02	CR < 0,10 = ok	

---

Figure 4.8 Matrice de comparaisons considérant la vétusté.

La Figure 4.9 montre la matrice de comparaisons complétée en regard du respect du critère sécurité. L'indice CR est vérifié avec un résultat de 0,09, de ce fait acceptable. Sous ce critère la priorité des projets se classe comme suit, en ordre d'importance : P4, P2, P1 et P3 avec des valeurs respectives de 0,6012, 0,2349, 0,0970, et 0,0669. Nous constatons que le critère sécurité influence de façon très marquée le projet P4.

Sécurité	P1	P2	P3	P4	Vecteur propre
P1	1	1/4	2	1/6	0,0970
P2	4	1	4	1/5	0,2349
P3	1/2	1/4	1	1/6	0,0669
P4	6	5	6	1	0,6012

---

$\lambda_{\max} = 4,25$	CI = 0,08421	RI = 0,89
CR = 0,09	CR < 0,10 = ok	

---

Figure 4.9 Matrice de comparaisons considérant la sécurité.

La Figure 4.10 montre la matrice de comparaisons complétée en regard du respect du critère capacité. L'indice CR est vérifié avec un résultat de 0,07, donc acceptable. Sous ce critère la priorité des projets se classe comme suit, en ordre d'importance : P1, P3, P2 et P4 avec des valeurs respectives de 0,4657, 0,3510, 0,1077, et 0,0756. Nous constatons que le critère vétusté influence de façon très significative les projets P1 et P3.

Capacité	P1	P2	P3	P4	Vecteur propre
P1	1	4	2	5	0,4657
P2	1/4	1	1/6	2	0,1077
P3	1/2	6	1	4	0,3510
P4	1/5	1/2	1/4	1	0,0756

---

$\lambda_{\max} = 4,19$	CI = 0,06192	RI = 0,89
CR = 0,07	CR < 0,10 = ok	

Figure 4.10 Matrice de comparaisons considérant la capacité.

La prochaine étape consiste à déterminer la performance de la valeur relative de chaque projet sous la considération des critères situés au niveau supérieur : Voir Figure 4.11.

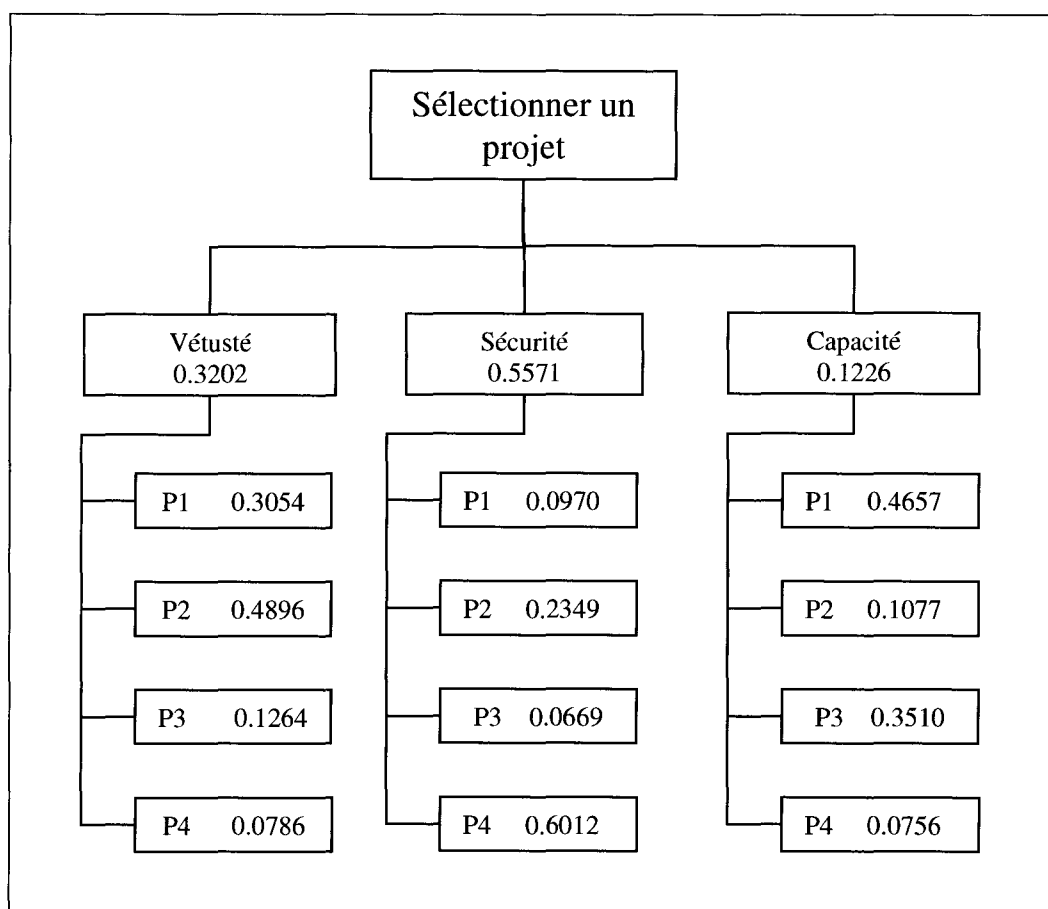


Figure 4.11 Performance relative de chaque critère de la hiérarchie.

En regard des étapes précédentes, et de l'ensemble des résultats obtenus, voici l'établissement de la priorité des projets : Voir Figure 4.12.

	vétusté	sécurité	capacité	priorités des critères	priorités des projets
P1	0,3054	0,0970	0,4657	$\times \begin{pmatrix} 0,3202 \\ 0,5571 \\ 0,1226 \end{pmatrix}$	$= \begin{pmatrix} 0,2089 \\ 0,3008 \\ 0,1208 \\ 0,3694 \end{pmatrix}$
P2	0,4896	0,2349	0,1077		
P3	0,1264	0,0669	0,3510		
P4	0,0786	0,6012	0,0756		

Figure 4.12 Agrégation des projets.

Le résultat final, exprimé par le vecteur des priorités des projets montré à la Figure 4.12, indique que le projet P4 se révèle être le meilleur choix obtenant un résultat de 36,94 %. Il est suivi du projet P2, du projet P1 et finalement du projet P3 avec respectivement 30,08 %, 20,89 % et 12,08 %. Dans cet exemple le résultat de l'analyse suggère d'accorder, sans équivoque, la subvention au projet P4 puisque celui-ci récolte de l'ensemble des jugements du décideur l'appréciation la plus élevée. Voici les résultats présentés sous le format de la hiérarchie développée initialement : Voir Figure 4.13.

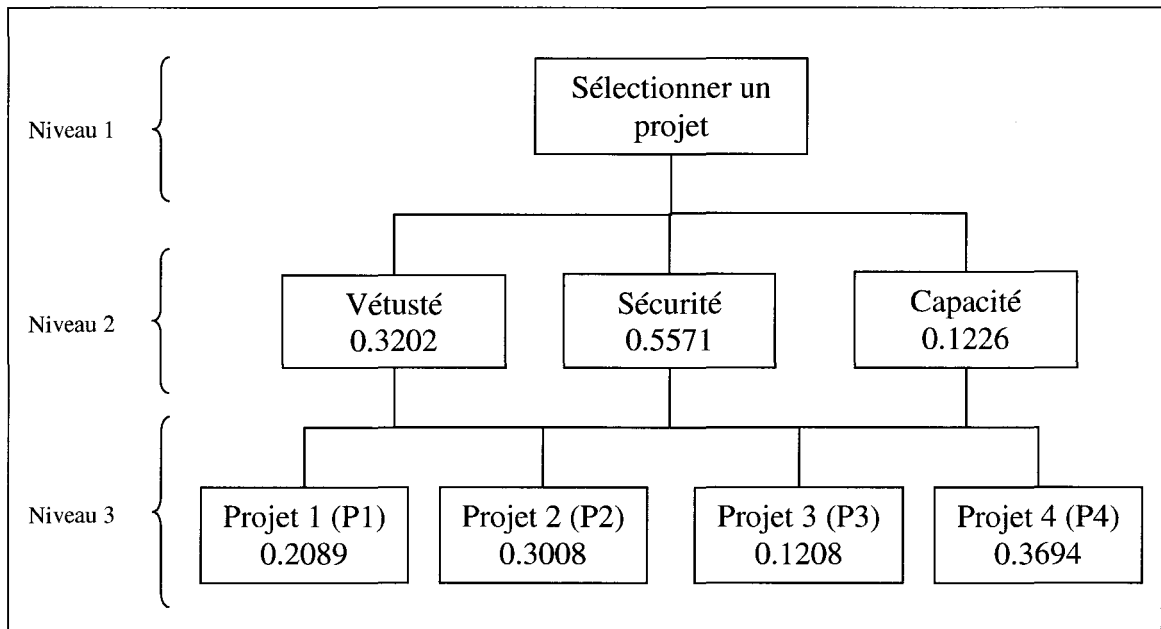


Figure 4.13 Performance relative des critères et des alternatives.

La Figure 4.13 indique qu'au niveau 2 les critères vétusté et sécurité ont prédominé et guidés de façon importante l'identification du projet à retenir situé au niveau 3. Nous en déduisons que le projet 4 rencontre ces caractéristiques d'où l'obtention du poids relatif le plus élevé.

Tel que mentionné précédemment, cet exemple a été réalisé à l'aide du tableur Excel. Nous reproduisons également en annexe ce même exemple, mais cette fois traitée à l'aide de l'application EC (*Voir annexe X, p. 170*). Laquelle sera utilisée dans le cadre de la suite de ce mémoire, afin d'alléger le recours aux calculs mathématiques par l'utilisateur, minimiser les erreurs de calcul et réduire la manipulation des données.

### 4.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mentionné quelques méthodes d'analyse multicritères, pour rapidement nous diriger vers la justification de son utilisation dans un contexte et environnement à variables multiples. À cet effet, la méthode AHP a été choisie, explicitée et appliquée à un exemple. Cette méthode d'analyse multicritère constitue en soi une démarche



structurée complémentaire afin de traiter de manière organisée l'ensemble des informations pertinentes à l'évaluation de la problématique.

Nous verrons dans le chapitre suivant une proposition d'une méthode d'aide à la décision permettant d'évaluer la probabilité d'occurrence relative des résultats indésirables, en mode de gestion de projet, sous la gouverne d'un ensemble de facteurs de risque et leurs sous-facteurs le tout soigneusement interrelié.

## **CHAPITRE 5**

### **PROPOSITION D'UNE MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ D'OCCURRENCE DES RÉSULTATS INDÉSIRABLES**

Au cours des chapitres précédents, nous avons entre autres traité de la perception du domaine de la construction par notre société. Nous avons également abordé le phénomène du dépassement de coûts et des échéanciers dans les projets de construction rappelant que les défis sont omniprésents, et que finalement il demeure difficile en gestion de risque pour une organisation d'établir la probabilité d'occurrence d'un résultat indésirable dans le cadre de la recherche du succès.

En vue d'amener une piste de solution, nous proposons une méthode d'aide à la décision dans l'objectif de favoriser l'émergence d'indices favorable à l'atteinte du succès. Des facteurs de risques spécifiques ainsi que leurs sous-facteurs seront mis à contribution dans une dynamique d'analyse réalisée par le gestionnaire avec la prise en compte d'alternatives prédéterminées précises, le tout contenu par la méthode multicritère AHP.

#### **5.1 Proposition d'une méthode d'aide à la décision**

Caractérisé par des risques importants, tout projet comporte des dangers (Raz, Shenhar et Dvir, 2002) et sa réussite demeure en lien notamment avec la façon dont le gestionnaire consent à mettre les énergies nécessaires afin de cerner les risques potentiels et également à réduire la gravité de leurs conséquences (Courtot, 1998). Il apparaît plus qu'important de repérer rapidement les risques, dans le cycle de vie d'un projet, pouvant avoir un impact sur les objectifs du projet, c'est-à-dire, le plus en amont possible (Courtot, 1998; Miller et al., 2000; Sun, 2007). Il est bien connu désormais dans le milieu, plus un projet progresse dans le temps, plus les coûts nécessaires pour apporter des modifications sont élevés. L'homme demeure, en partie, à la fois générateur de risques et est à même de veiller à une supervision

intelligente de sa survenance, sans cesse enrichie par l'expérience. Sa présence est toute aussi nécessaire afin de réagir dans les circonstances (Moussa, Kolski et Riahi, 2006). Le recours à la modélisation de la gestion du risque, ne semble pas être complètement assimilé par le milieu de la construction et systématique dans son utilisation. La mise en place d'une gestion efficace des risques comporte beaucoup d'avantages et s'inscrit tel un facteur de succès favorisant, à certains égards, la réussite du projet.

Dans la recherche de l'évaluation de la probabilité d'occurrence d'un résultat indésirable et considérant le constat que nous faisons du caractère multidimensionnel très diversifié de l'environnement des projets, nous venons à proposer une méthode tenant compte de ce caractère. La méthode sert d'une certaine façon à représenter ou exprimer les attributs jugés pertinents et significatifs de l'ensemble de l'environnement du projet. Il devient alors un modèle, une approximation de la réalité (Lifson et Shaifer, 1982), du vrai monde, tel que nous nous le représentons. La modélisation du système forme une étape indispensable, idéalement mise en place à la phase amont de conception du projet. Il constitue potentiellement une source précieuse d'information exploitable et doit déboucher principalement vers une aide à l'orientation des décisions.

Nous proposons alors une méthode de gestion efficace des risques via des facteurs de risques dans l'essence même d'accroître la qualité du projet, dans le respect des contraintes impératives de coûts et de temps inhérentes au projet. Cette méthode repose sur des facteurs de risques génériques, c'est-à-dire, ayant l'avantage d'être applicable à de nombreux projets. Dans ce sens, une liste des facteurs de risques susceptibles de se produire en cours de projet est présentée, laquelle repose sur des travaux de recherche réalisés par Aubert et Bernard (2004). Enfin, cette méthode permet au gestionnaire de considérer de façon systématique, dans leurs projets, les pôles ayant des potentiels de risque.

La méthode proposée consiste à la base, pour évaluer la probabilité d'occurrence des résultats indésirables, à apprécier certaines caractéristiques du projet, c'est-à-dire les facteurs de risque, lesquels ont été identifiés comme ayant un effet direct sur l'occurrence des résultats

indésirables. Ainsi, le fait de prendre en compte l'ensemble de ces caractéristiques augmente la probabilité qu'un résultat indésirable survienne en cours de projet. Considérant qu'un facteur de risque est une condition de l'environnement interne ou externe, c'est-à-dire « un construit multidimensionnel agrégé » selon Bernard et al. (2002), cela implique alors qu'un facteur de risque ne peut être défini sans tenir compte de chacune de ses composantes sous-jacentes (sous-facteurs appelés aussi variables). Précisons que c'est la somme des sous-facteurs qui exprime en finalité le facteur de risque. Une fois choisi, l'ensemble de ces facteurs et sous-facteur de risque est disposé de façon à générer un système fonctionnel qui modélise, sous la forme d'une hiérarchie, l'expression de leur influence combinée sur les résultats indésirables également choisis. L'influence de chaque facteur et sous-facteur de risque est ainsi appréciée qualitativement par le gestionnaire ou l'équipe de projet. L'analyse de cette grande quantité d'information est traitée en ayant recours à la méthode AHP.

Cette méthode met en perspective une vue globale et fait ressortir la structure fonctionnelle (Saaty, 1984) du système. Il va sans dire que le recours à cette méthode par le gestionnaire, nécessite de celui-ci, qu'il possède une connaissance approfondie du projet à traiter.

Nous avons pris soin de garder à l'esprit le support mathématique sous-jacent. Plusieurs auteurs le soulignent, dans le sens que, le recours à la sophistication mathématique n'est pas essentielle à la compréhension de l'analyse décisionnelle ou pour en apprécier son utilité (Lifson et Shaifer, 1982). De même, Smith et al. (1999) soulignent que la gestion du risque dans le cadre d'un projet ne doit certes pas conduire à une équation mathématique complexe en retour. Ces derniers, précisent d'ailleurs l'importance d'avoir recours à une approche pratique et d'approximation quand vient le temps de quantifier le risque et de choisir la distribution des probabilités.

### **5.1.1 Méthode d'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables**

Nous présentons dans un premier temps l'expression du modèle de la méthode d'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables dans le cadre de la gestion du risque en mode de gestion de projet. Lequel modèle est articulé par une approche multicritère en regard de l'utilisation spécifique de la méthode AHP. La méthode proposée, prenant en considération explicitement l'ensemble des facteurs significatifs pour l'utilisateur (gestionnaire), trouve ici toute son importance : *Voir Figure 5.1.*

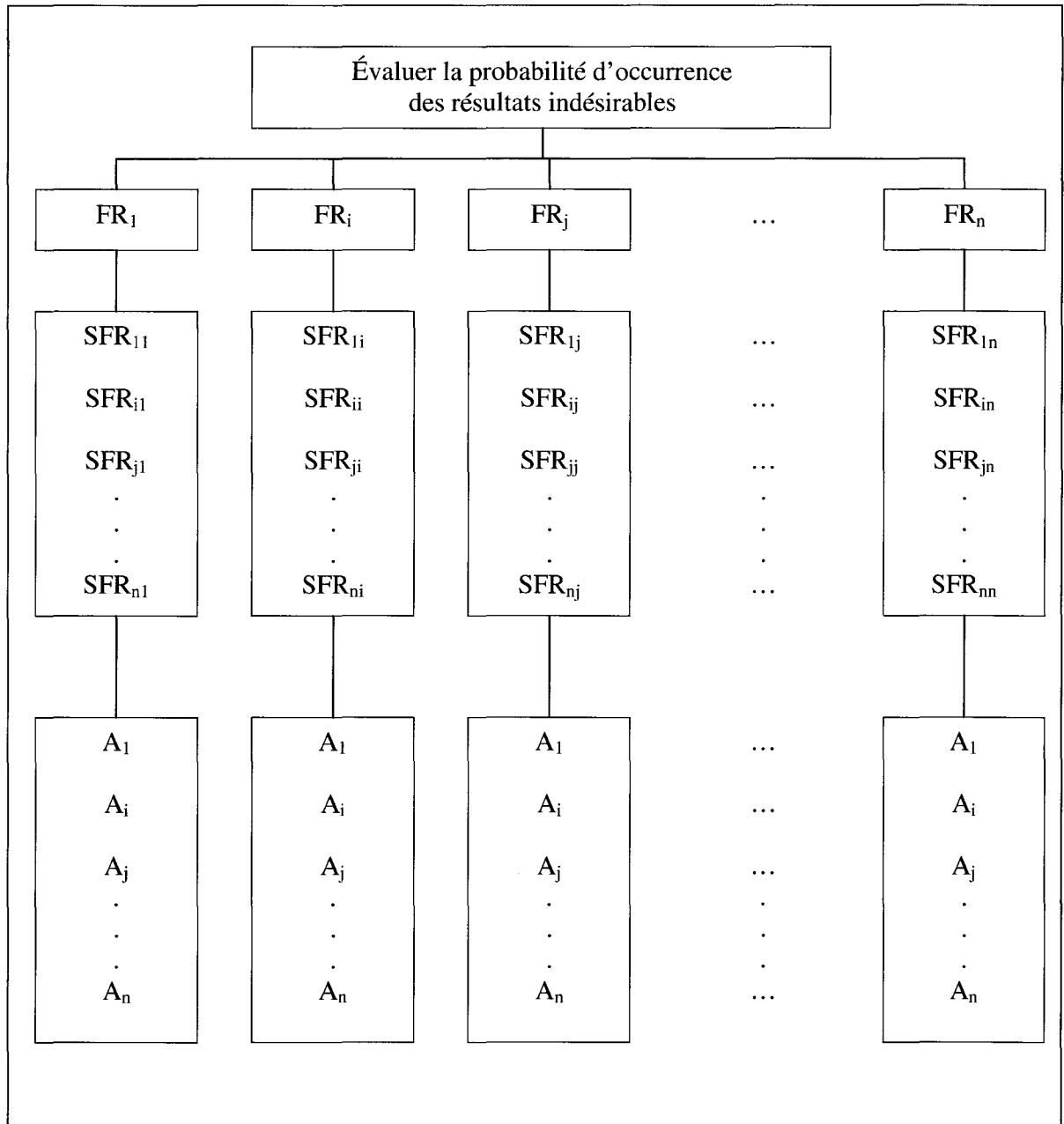


Figure 5.1 Hiérarchie d'évaluation de probabilité d'occurrence des résultats indésirables.

Où :  $FR_1, FR_i, FR_j, \dots, FR_n$ , représentent les facteurs de risques,  $SFR_1, SFR_i, SFR_j, \dots, SFR_n$  représentent les sous-facteurs de risques, et  $A_1, A_i, A_j, \dots, A_n$  représentent les alternatives.

Avec  $n \leq 7 \pm 2$  (Miller, 1956)

La Figure 5.1 montre l'arrangement des facteurs de risques, lesquels sont supportés par un ensemble de sous-facteurs de risques, et les alternatives (résultats indésirables) lesquelles seront évaluées en finalité. Le tout est érigé en système et sous-système, en vue du traitement des informations, par paires, tel que requis dans le cadre de l'utilisation de la méthode AHP.

Le recours à l'utilisation d'un support visuel (hiérarchie) contribue grandement à apporter, à certains égards, une compréhension plus fine du système proposé et participe à faire ressortir le niveau de complexité. Dans ce sens, nous désirons développer et représenter graphiquement à cette étape les relations (liens) qui peuvent prévaloir entre les éléments de la hiérarchie dite « complète » (Forman et Selly, 2001), et ainsi exprimer davantage, de façon probante et plus explicite, la complexité découlant aussi de leur nombre. Nous pouvons voir à la Figure 5.2, l'ensemble des relations explicites entre les facteurs de risques, sous-facteurs de risques et les alternatives. Il devient alors possible de concevoir le nombre impressionnant de comparaisons par paires requis dans le cadre d'une telle analyse.

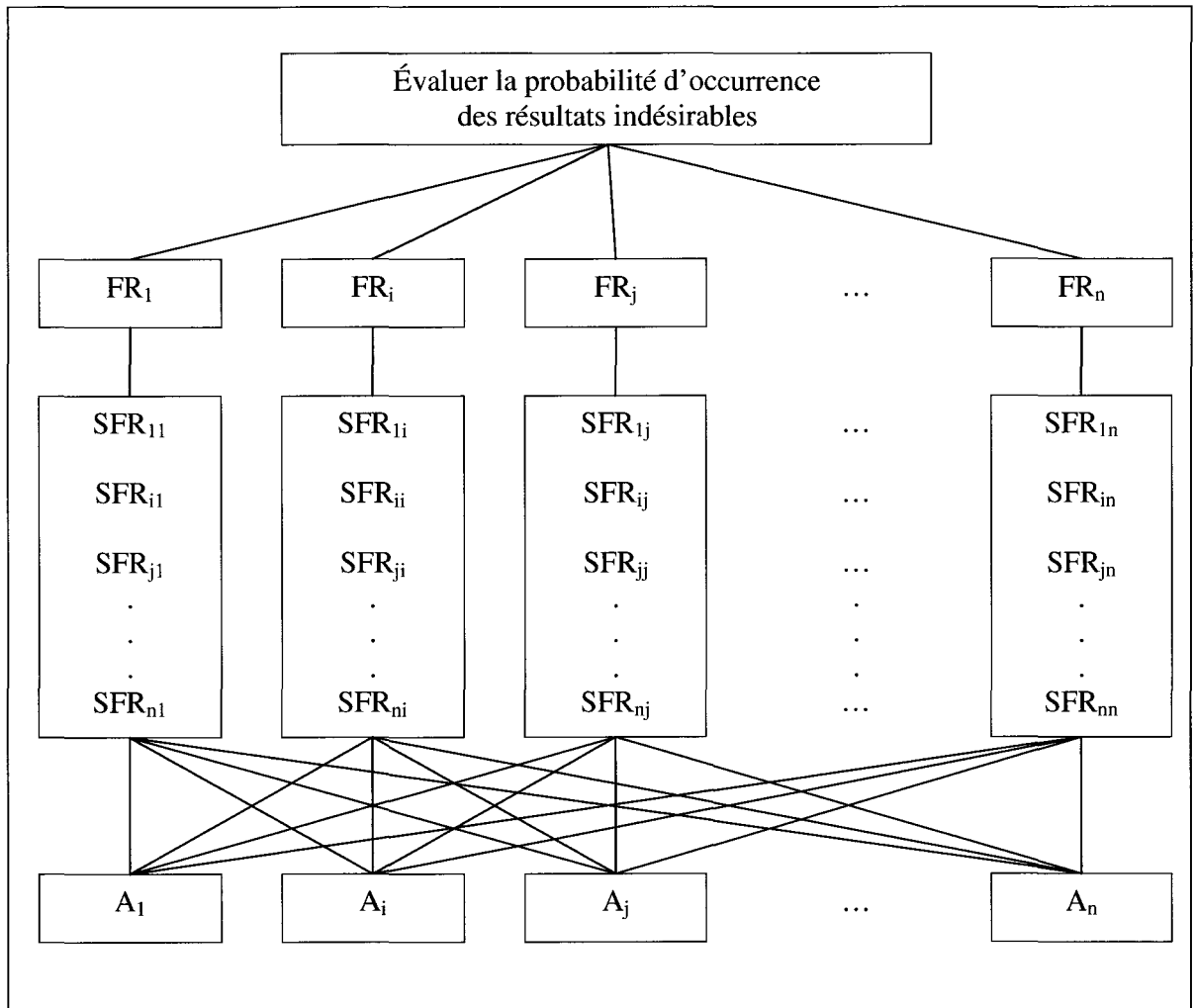


Figure 5.2 Hiérarchie « complète » d'évaluation de probabilité d'occurrence des résultats indésirables.

Comme le souligne Bouyssou (1990) l'établissement des critères, représentés ici par les facteurs de risques, constitue une étape importante et difficile dans le cadre de l'aide à la décision. Dans ce sens, les facteurs de risques et les sous-facteurs (variables sous-jacentes) qui seront retenus dans le cadre de l'utilisation de ce modèle le seront parmi ceux que nous avons déjà mentionnés au chapitre 2. À cet effet, voici de nouveau la liste complète telle que produite par Bourdeau et al. (2003) : Voir Tableau 5.1.



Tableau 5.1 Liste générique des facteurs de risques et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau et al.(2003)

<b>Risque technologique</b>
Besoins de nouveau matériel Besoins de nouveaux logiciels Nombre de fournisseurs de matériel Nombre de fournisseurs de logiciel Nombre d'utilisateurs en dehors de l'organisation Niveau de performance de la technologie Discontinuité technologique
<b>Taille du projet</b>
Nombre de personnes sur l'équipe Grandeur relative du projet Diversité sur l'équipe Nombre d'utilisateurs dans l'organisation Nombre d'utilisateurs en dehors de l'organisation Nombre de niveaux hiérarchiques occupés par les utilisateurs Durée du projet
<b>Expérience et expertise</b>
Expérience et expertise des membres de l'équipe de projet Expérience et expertise des contractants/agents externes/intervenants externes Expérience et expertise du client Expérience et expertise de l'équipe de direction du projet
<b>Complexité du livrable</b>
Complexité technique Nombre de liens avec les systèmes existants Nombre de liens avec les systèmes futurs
<b>Environnement organisationnel</b>
Étendue des changements Insuffisance des ressources Harmonie dans le projet (conflits) Manque de clarté dans la définition des rôles Complexité des tâches

## Liste générique des facteurs de risques et ses variables sous-jacentes (suite)

<b>Complexité du projet</b>
Conditions physiques reliées au site (géologie, hydrologie, géographie, etc.)
Présence ou utilisation de matières dangereuses
Préoccupations reliées à la santé et à la sécurité
Difficultés à rencontrer les obligations et les exigences légales
Présence de plusieurs groupes d'intérêts
<b>Caractéristiques des agents externes</b>
Stabilité financière des agents externes
Efficacité des agents externes
Niveau de dépendance par rapport aux agents externes
<b>Conditions exogènes</b>
Risques politiques
Risques économiques et financiers
Risques de marché
Risques sociaux/domestiques
Forces majeures/Météorologie
Environnement légal/restrictions légales/obligations légales
Risques écologiques/environnementaux

Le choix des facteurs et sous-facteurs à retenir est opéré par le gestionnaire en regard de la nature de chaque projet, afin d'en refléter au mieux leurs particularités intrinsèques et aussi en fonction de la compréhension et des besoins de celui-ci.

Les facteurs de risques présentés au Tableau 5.1 concourent, à leur mesure, à apporter des parties de réponses dans l'établissement de la probabilité d'occurrence des alternatives identifiées. Le lecteur est invité à consulter l'ouvrage de Bourdeau et al. (2003) afin d'obtenir l'ensemble des détails et références concernant les sous-facteurs de risques regroupés sous chacun des facteurs.

Il nous apparaît tout à fait essentiel de préciser, que l'identification juste des résultats indésirables requière préalablement d'être réalisée avec soin et précision. En ce sens, ceux qui seront retenus dans le cadre de l'utilisation de ce modèle sont ceux que nous avons déjà

mentionnés et explicités au chapitre 2, tels : dépassement du budget, dépassement de l'échéancier, non-respect du niveau de qualité/performance et abandon du projet : *Voir* Tableau 5.2.

Tableau 5.2 Liste générique des résultats indésirables  
Adapté de Bourdeau et al. (2003)

<b>Résultats indésirables</b>
Dépassement du budget
Dépassement de l'échéancier
Non-respect du niveau de qualité/performance
Abandon du projet

Rappelons que les résultats indésirables montrés au Tableau 5.2 découlent d'une revue de littérature, laquelle a été réalisée par Bourdeau et al. (2003) considérant un contexte de gestion de projet. Nous présentons en annexe les auteurs ayant contribué par leurs travaux à l'identification de ces résultats indésirables (*Voir* annexe XI, p.174 ).

## 5.2 Conclusion

La vision systémique de l'établissement de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables, par l'entremise de facteurs et sous-facteurs de risques significatifs, sur la base d'une revue de littérature, a été présentée dans ce chapitre. L'application de la méthode proposée à un projet réel de construction est réalisée au prochain chapitre. L'utilisation du progiciel EC est utilisée pour le traitement de l'ensemble des informations, permettant par la même occasion l'expression de la synthèse des résultats aux niveaux numérique et graphique. De plus, quelques analyses de sensibilités seront réalisées afin de soutenir les résultats.

## **CHAPITRE 6**

### **APPLICATION DE LA MÉTHODE PROPOSÉE SUR UN PROJET RÉEL DE CONSTRUCTION**

L'exemple d'application étudié concerne un projet réel de construction d'un bâtiment, à l'étape de la conception. En raison de la nature confidentielle des informations et ce tout aussi dans le respect pour l'ensemble des parties prenantes, celles-ci seront présentées de façon dénomminative. Quant aux valeurs quantitatives, celles-ci seront exprimées pour en présenter et préserver l'envergure du projet dans son ensemble. Le contexte sera aussi adapté afin de cerner son application à la méthode proposée.

L'application de la méthode proposée est traitée à l'aide du progiciel Expert Choice 11.5 en version d'essai disponible sur le site internet de l'entreprise à l'adresse suivante : <http://www.expertchoice.com/>. Nous avons su exploiter convenablement et avec efficacité l'outil et cela afin de démontrer l'applicabilité réussie de la méthode proposée.

#### **6.1 Mise en contexte et détails du projet existant analysé**

Le projet consiste à construire un bâtiment du réseau de la santé et des services sociaux du Québec d'une superficie de plus de 6 800 m<sup>2</sup> sur un terrain d'environ 4 500 m<sup>2</sup> situé dans la région de Montréal. Le but est de regrouper deux points de service en un seul nouveau. Le projet fait appel à des stratégies de développement durable de façon à optimiser davantage son intégration au lieu mettant déjà l'emphasis sur cet aspect. Le projet est actuellement à la phase conception, plus précisément à l'étape de la préparation des plans et devis préliminaires. La prochaine étape consistera à obtenir du MSSS l'autorisation pour la phase exécution du projet.

La valeur estimée du coût du projet de construction, à l'étape des plans et devis préliminaires, est de l'ordre de 17,8 M\$. Incluant la contingence de conception, les honoraires professionnels, la contingence de construction, l'équipement médical fixe et l'œuvre d'art. Tandis que le coût du projet d'immobilisation, comprenant le coût du projet de construction, les frais administratifs contingents, le mobilier et équipement médical spécialisé et la transaction immobilière, se situe quant à lui à la hauteur de 21 M\$. L'échéancier de réalisation est évalué à environ 15 mois. Soulignons qu'au niveau de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal (ASSSM), en tant que partie prenante, et au-delà des préoccupations liées, entre autres, à la fonctionnalité, au respect des normes, etc., le plan de financement du projet demeure quant à lui une source de préoccupation. Un des enjeux concerne donc le financement rattaché au projet d'immobilisation assumé au niveau régional. La majeure partie du financement proposé pour le projet provient des sommes allouées au niveau régional, dont les ressources sont d'emblée limitées, alors que la partie restante est prise en charge par le MSSS. Le projet s'inscrit donc en quelque sorte dans une approche d'autofinancement dont aucun nouvel argent n'est prévu au bénéfice du projet d'immobilisation.

Le présent contexte de limite budgétaire touche autant l'établissement, l'ASSSM et le MSSS. Ce qui en retour exerce une pression sur le projet et l'ensemble des intervenants afin de s'assurer d'une réussite du projet à tous les niveaux, et ce, même au niveau de la gestion de projet.

### **6.1.1 Sélection des facteurs et sous-facteurs de risques associés au projet**

Nous présentons ci-après les facteurs et sous-facteurs de risques retenus, ainsi que leur codification correspondante, pour la suite du processus des comparaisons par paires : Voir Tableau 6.1.

Tableau 6.1 Facteurs et sous-facteurs de risques retenus

<b>FR1</b>	<b>Taille du projet</b>
SFR11	Nombre de personnes sur l'équipe
SFR12	Grandeur relative du projet
SFR13	Diversité sur l'équipe
SFR14	Durée du projet
<b>FR2</b>	<b>Expérience et expertise</b>
SFR21	Expérience et expertise des membres de l'équipe de projet
SFR22	Expérience et expertise des contractants/agents externes/intervenants externes
SFR23	Expérience et expertise du client
SFR24	Expérience et expertise de l'équipe de direction du projet
<b>FR3</b>	<b>Complexité du livrable</b>
SFR31	Complexité technique
SFR32	Nombre de liens avec les systèmes existants
SFR33	Nombre de liens avec les systèmes futurs
<b>FR4</b>	<b>Environnement organisationnel</b>
SFR41	Étendue des changements
SFR42	Insuffisance des ressources
SFR43	Harmonie dans le projet
SFR44	Manque de clarté dans la définition des rôles
SFR45	Complexité des tâches
<b>FR5</b>	<b>Complexité du projet</b>
SFR51	Conditions physiques reliés au site (géologie, hydrologie, géographie, etc.)
SFR52	Présence ou utilisation de matières dangereuses
SFR53	Préoccupations reliées à la santé et à la sécurité
SFR54	Difficultés à rencontrer les obligations et les exigences légales
SFR55	Présence de plusieurs groupes d'intérêts
<b>FR6</b>	<b>Caractéristiques des agents externes</b>
SFR61	Stabilité financière des agents externes
SFR62	Efficacité des agents externes
SFR63	Niveau de dépendance par rapport aux agents externes

## Facteurs de risques et sous-facteurs de risques sélectionnés (suite)

<b>FR7</b>	<b>Conditions exogènes</b>
SFR71	Risques politiques
SFR72	Risques économiques et financiers
SFR73	Risques de marché
SFR74	Risques sociaux/domestiques
SFR75	Forces majeures/Météorologie
SFR76	Environnement légal/restrictions légales/obligations légales
SFR77	Risques écologiques/environnementaux

Comme mentionné au chapitre 5, le choix des facteurs et sous-facteurs de risques à retenir est opéré par le gestionnaire en regard de la nature de chaque projet, afin d'en refléter au mieux leurs particularités intrinsèques et aussi en fonction de la compréhension et des besoins de celui-ci. Dans ce sens, à partir des huit facteurs de risque déjà identifiés par les auteurs Bourdeau et al. (2003), lesquels sont supportés par leurs sous-facteurs de risques propres, nous avons alors retenu, sur la base de notre connaissance approfondie du projet, ceux susceptibles d'influencer le déroulement du projet. Par la même occasion, l'ensemble des sous-facteurs a été apprécié dans le même sens en regard de leur pertinence en lien avec le présent projet. Suite à notre analyse, nous avons retiré le facteur de risque « Risque technologique », ce qui implicitement élimine les 7 sous-facteurs le supportant. Également, du facteur de risque « Taille du projet » nous avons retranché 3 sous-facteurs ci-après mentionnés :

1. Nombre d'utilisateurs dans l'organisation.
2. Nombre d'utilisateurs en dehors de l'organisation.
3. Nombre de niveaux hiérarchiques occupé par les utilisateurs.

Nous avons jugé que ceux-ci n'étaient pas applicables au projet. D'ailleurs, il est à noter qu'aucun nouveaux facteur et sous-facteur de risque n'a été ajouté à ceux proposés par les auteurs.

Le Tableau 6.1, représentant les facteurs et sous-facteurs de risques que nous avons retenus, se distingue du Tableau 5.1 dans la mesure où le facteur de risque « Risque technologique » et les sous-facteurs de risques mentionnés précédemment ont été retirés. Cette décision est motivée par la nature du projet étudié, lequel n'en fait pas référence. Conséquemment, ceux-ci ne seront pas pris en compte dans l'analyse. Les facteurs et sous-facteurs de risques que nous avons retenus le sont sur la base de leur potentiel à guider l'évaluation recherchée. Les facteurs de risques retenus pour cette étude sont maintenant au nombre de 7 et regroupés sous les appellations suivantes :

1. FR1      Taille du projet.
2. FR2      Expérience et expertise.
3. FR3      Complexité du livrable.
4. FR4      Environnement organisationnel.
5. FR5      Complexité du projet.
6. FR6      Caractéristiques des agents externes.
7. FR7      Conditions exogènes.

Les sous-facteurs retenus pour l'ensemble des facteurs de risques, quant à eux, sont au nombre de 31. *Voir* Tableau 6.1.

### **6.1.2      Sélection des résultats indésirables associés au projet**

Tout comme les facteurs de risques, les résultats indésirables ont été choisis à partir de ceux qui ont été identifiés préalablement par les auteurs Bourdeau et al. (2003), lesquels sont au nombre de quatre. Nous avons alors retenu, sur la base de notre connaissance approfondie du projet, ceux correspondants au projet et susceptibles de se produire en finalité. Conséquemment, nous avons conservé les quatre résultats indésirables proposés par les auteurs, considérant qu'ils sont tout à fait applicables à la présente étude. Il est à noter aussi qu'aucun nouveau résultat indésirable n'a été ajouté à ceux proposés par les auteurs. Précisons que ces quatre résultats indésirables expriment (représentent) les alternatives dans



le cadre de l'utilisation de la méthode AHP de cette analyse. La Tableau 6.2 montre la liste des résultats indésirables ainsi que leur codification correspondante, le tout requis pour la suite du processus des comparaisons par paires.

Tableau 6.2 Résultats indésirables du projet étudié

<b>Résultats indésirables</b>	
C1	Dépassement du budget
C2	Dépassement de l'échéancier
C3	Non-respect du niveau de qualité/performance
C4	Abandon du projet

### 6.1.3 Établissement du système en une hiérarchie

Dans le cadre de l'utilisation de cette méthode, nous avons disposé l'ensemble des facteurs et sous-facteurs de risque retenus précédemment dans un système exprimé sous l'aspect d'une hiérarchie dévoilant exactement notre compréhension du problème à étudier et organisé de façon à permettre d'obtenir, en finalité, les informations nécessaires à guider la prise de décision. Le tout articulé dans le sens que les alternatives (résultats indésirables) exposées ici correspondent bien à nos questionnements (préoccupations) réels : *Voir* Figure 6.1.

De plus, nous représentons également ce même système, mais cette fois sous le format d'une hiérarchie dite « complète » (Forman et Selly, 2001), laquelle se trouve davantage explicite quant aux relations (liens) présentes dans l'ensemble de tous les attributs significatifs : *Voir* Figure 6.2.

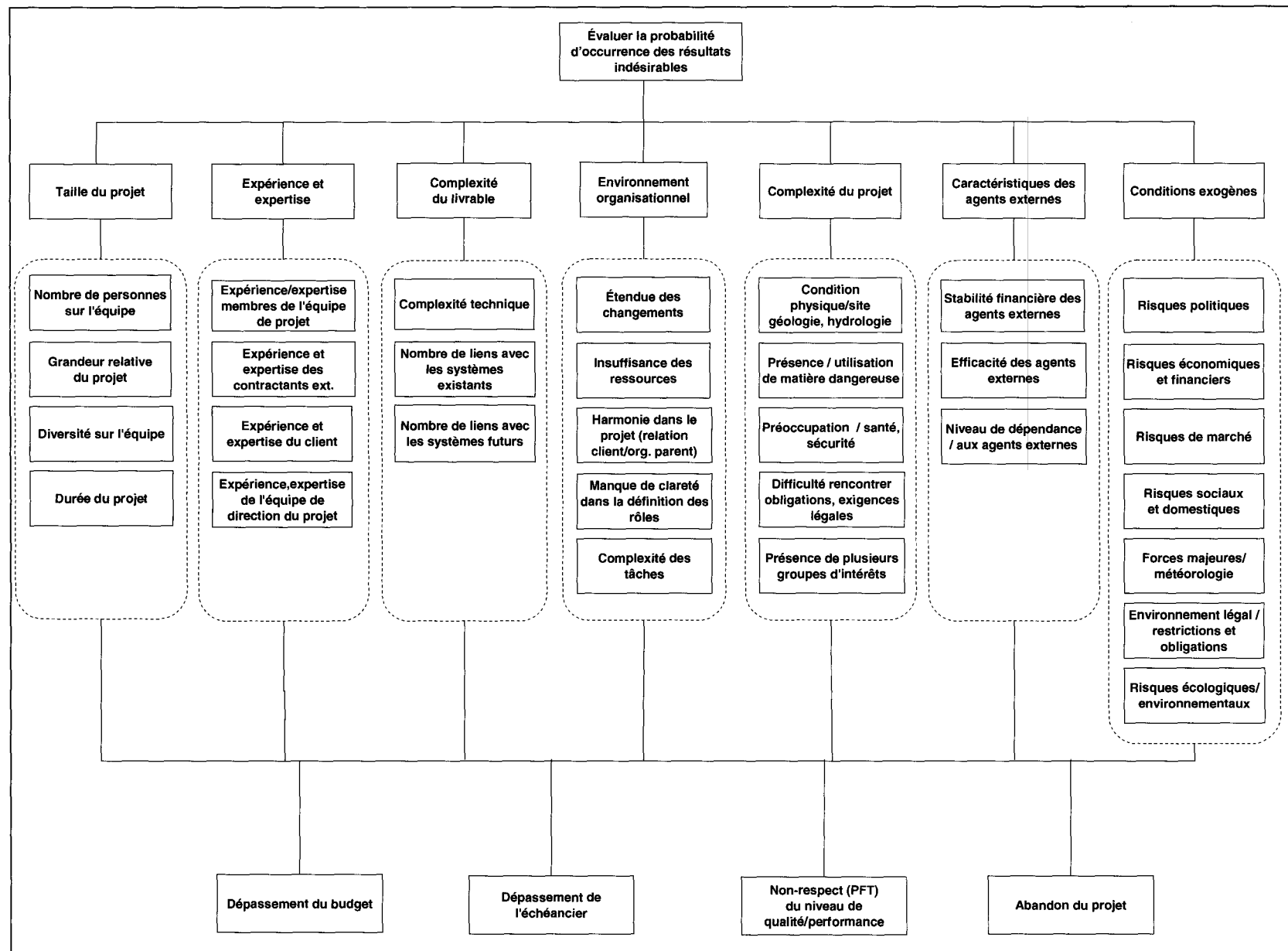


Figure 6.1 Système hiérarchique du projet étudié.

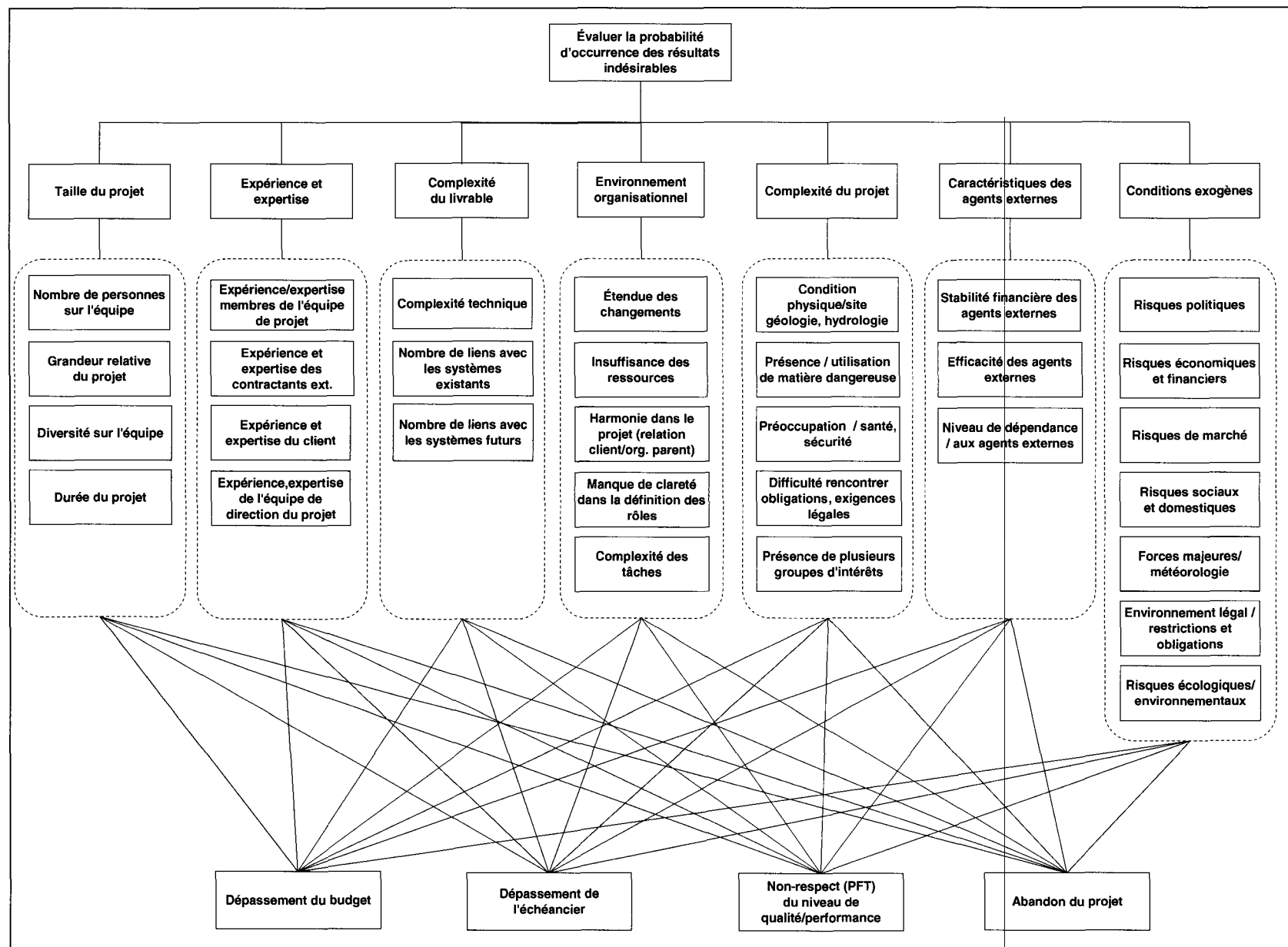


Figure 6.2 Système hiérarchique « complet » du projet étudié.

#### **6.1.4 Analyse des informations avec le progiciel Expert Choice**

Les informations présentées dans la hiérarchie complète de la Figure 6.2, représentant le problème à résoudre, ont été introduites dans l'application EC. Nous avons effectué l'ensemble des comparaisons requises par paires en fonction de nos jugements et du but qui consiste à déterminer la probabilité d'occurrence des résultats indésirables. L'évaluation de l'influence de chaque facteur de risque et conséquemment l'estimation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables ont été établies à partir de jugements que nous avons émis en regard de notre grande connaissance du dossier ainsi que de notre expérience dans les projets sociosanitaires. Ainsi, une série de résultats a donc été générée dans l'ensemble pour les facteurs de risques, sous-facteurs de risques et résultats indésirables.

Les résultats de notre analyse sont présentés à la Figure 6.3, laquelle montre les priorités qui ont été établies suite à nos jugements. Nous pouvons voir que chaque facteur et sous-facteur de risque est présenté avec sa priorité relative locale et globale, informations montrées entre parenthèses (L : locale, G : Globale). De plus, un indicateur visuel de couleur « vert » reflète ces mêmes priorités relatives à la gauche de chacun d'eux. : *Voir Figure 6.3.*

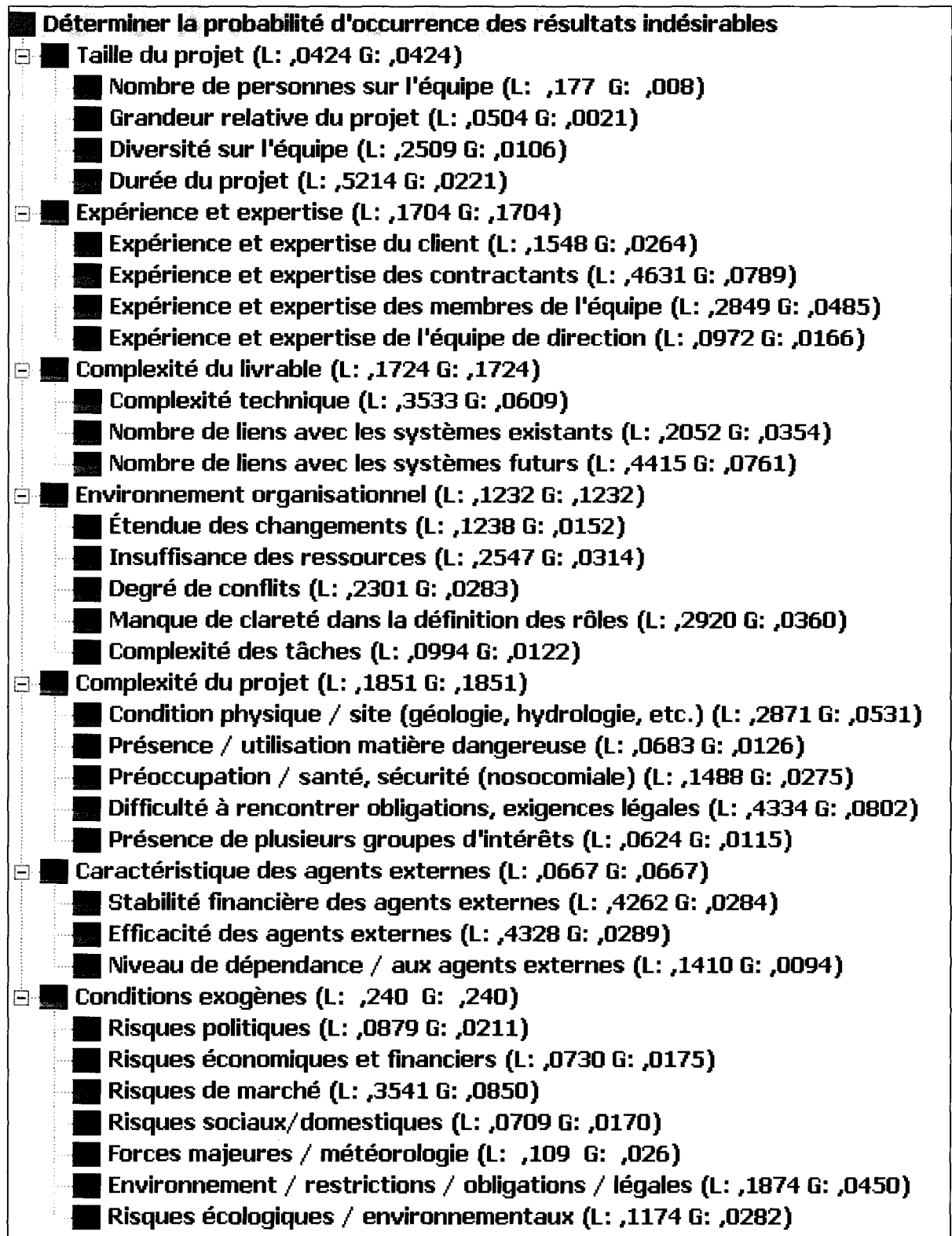


Figure 6.3 Priorités locales et globales.  
Résultat du progiciel Expert Choice

Dans le Tableau 6.3 les priorités des facteurs et sous-facteurs de risque sont exprimées pour les niveaux local et global. Dans le sens que les priorités locales et globales représentent l'expression de leur poids relatif respectivement au sein de leur regroupement et de l'ensemble des éléments. Toutefois, dans le cas des facteurs de risques, la valeur au niveau local correspond à celle au niveau global du fait qu'aucun autre niveau n'est situé au-dessus de l'ensemble des 7 facteurs, dans ce cas. Ainsi, pour le facteur de risque « Taille du projet », les valeurs «L : ,0424 G : ,0424°» signifient que parmi les 7 facteurs de risques considérés dans l'analyse, celui-ci représente un poids relatif d'influence de 4,24 % dans l'ensemble. D'autre part, dans le cas du sous-facteur de risque « Nombre de personnes sur l'équipe », par exemple, les valeurs «L : ,1773 G : ,0075°» signifient que parmi les 4 sous-facteurs de risques considérés sous ce facteur, celui-ci représente un poids (local) relatif d'influence de 17,73 %, et que pour l'ensemble de tous les sous-facteurs de risque celui-ci représente un poids (global) relatif d'influence de 0,75 %. Cette dernière valeur est calculée en considérant le poids global du facteur concerné par le poids local du sous-facteur (exemple :  $0,0424 * 0,1773 = 0,0075$ ).

Une synthèse des résultats de la Figure 6.3 est présentée à la Figure 6.4 montrant l'importance relative de chaque facteur de risques. Ceux-ci se classent alors comme suit, en ordre décroissant : « Conditions exogènes » prédomine avec un résultat de 23,99 %, suivi de la « Complexité du projet » avec 18,51 %, de la « Complexité du livrable » avec 17,24 %, de « Expérience et expertise » avec 17,04 %, de « Environnement organisationnel » avec 12,32 %, de « Caractéristique des agents externes » avec 6,67 % et « Taille du projet » avec 4,24 %. En fait, plus la valeur de la priorité du facteur de risque est élevée, plus celui-ci contribue à la probabilité d'occurrence des résultats indésirables. À l'inverse, une valeur petite traduit en retour une influence moindre à la probabilité d'occurrence des résultats indésirables. Ces résultats de synthèse traduisent les tendances et non pas une réalité dite objective et doivent être appréciés de façon relative.

La Figure 6.3 montre également qu'il est possible de se référer aux résultats des sous-facteurs ayant servis aux comparaisons paires pour un facteur donné, afin de comprendre certaines

finalité et subtilité exprimées par ces résultats. Donnant aussi l'occasion d'identifier les sous-facteurs les plus influents en retour.

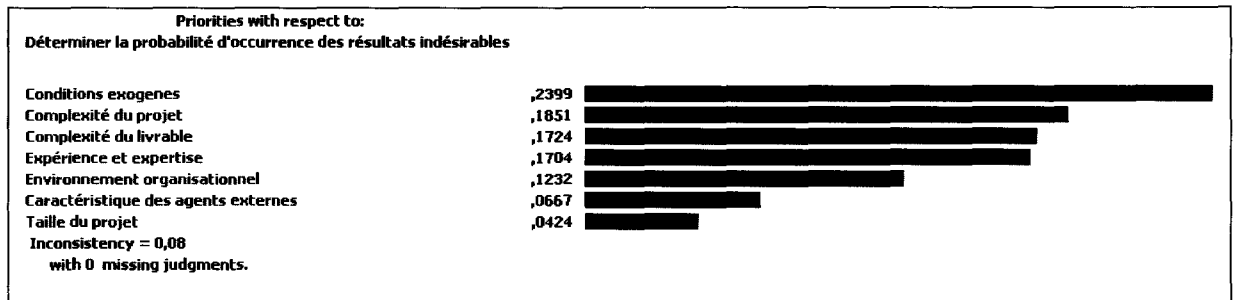


Figure 6.4 Priorités des facteurs de risques.  
Résultat du progiciel Expert Choice

À la Figure 6.4, on peut voir que l'inconsistance des jugements a également fait l'objet de vérifications constante en cours d'analyse, et ce, pour chacune des matrices produites. Dans ce sens, l'inconsistance globale des jugements a été vérifiée avec un résultat affiché de 0,08. Celui-ci demeure inférieur à la limite fixée généralement à 0,10, ce qui le rend acceptable, indiquant alors, que la revue des jugements n'est pas requise.

Il nous apparaît tout à fait pertinent de synthétiser l'information dans le but de la rendre d'avantage lisible et compréhensible. Nous présentons donc ces mêmes résultats sous la forme d'un diagramme en radar thématique afin d'approfondir l'analyse : Voir Figure 6.5.

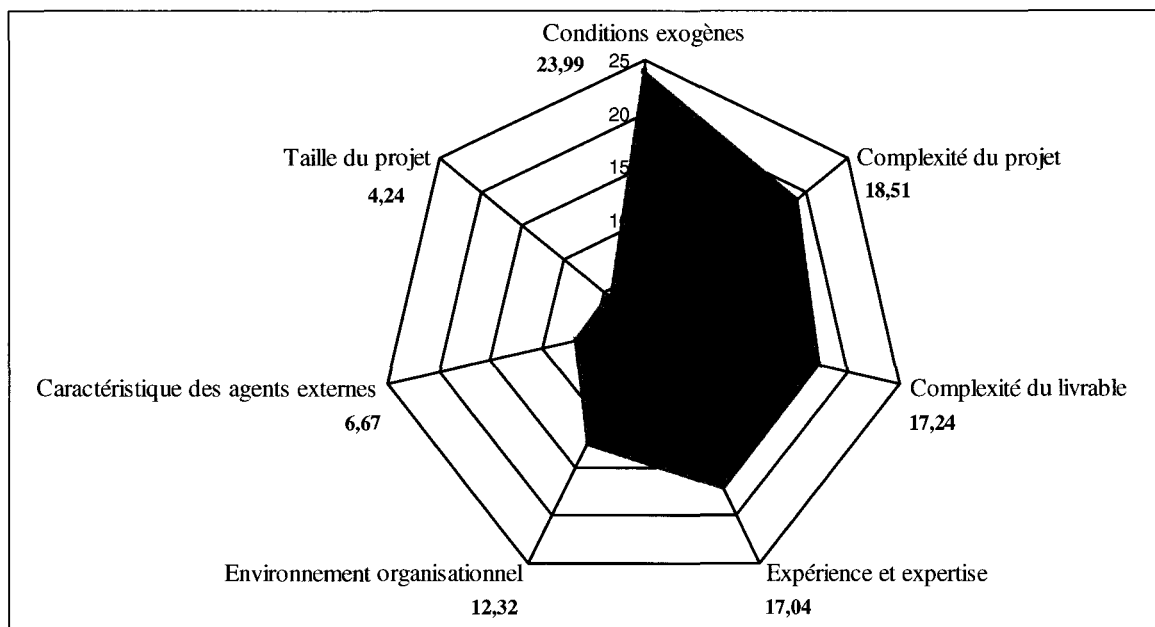


Figure 6.5 Priorités des facteurs de risques.

À l'examen du diagramme, une évidence apparaît rapidement à l'effet que l'influence des facteurs tels : conditions exogènes, complexité du projet, complexité du livrable et expérience et expertise prédominent fortement dans leurs influences sur les résultats indésirables, le tout étant révélé par la zone colorée en bleue de grande surface (voir la partie droite du diagramme). De même, est visible l'ampleur des autres facteurs tels : environnement organisationnel, caractéristique des agents externes et taille du projet, lesquels exercent une influence moindre sur les résultats indésirables avec une représentation d'une zone colorée en bleue de petite surface (voir la partie gauche du diagramme).

Finalement, dans l'établissement des priorités des résultats indésirables, l'inconsistance des jugements a également fait l'objet de vérifications tout au cours de l'analyse, et ce, pour chacune des matrices produites. Dans ce sens, l'inconsistance globale des jugements est vérifiée avec un résultat affiché de 0,06. Celui-ci est inférieur à la limite fixée généralement à 0,10, ce qui le rend acceptable, indiquant alors, que la revue des jugements n'est pas requise pour la suite de l'analyse : Voir Figure 6.6.



Overall Inconsistency = ,06		
Dépassement de l'échéancier	0,2805	
Dépassement du budget	0,4019	
Non-respect (PFT) du niveau de qualité / performance	0,263	
Abandon du projet	0,0547	

Figure 6.6 Priorités des résultats indésirables.  
Résultat du progiciel Expert Choice

Nous présentons également ces mêmes résultats sous la forme d'un diagramme en radar :  
Voir Figure 6.7

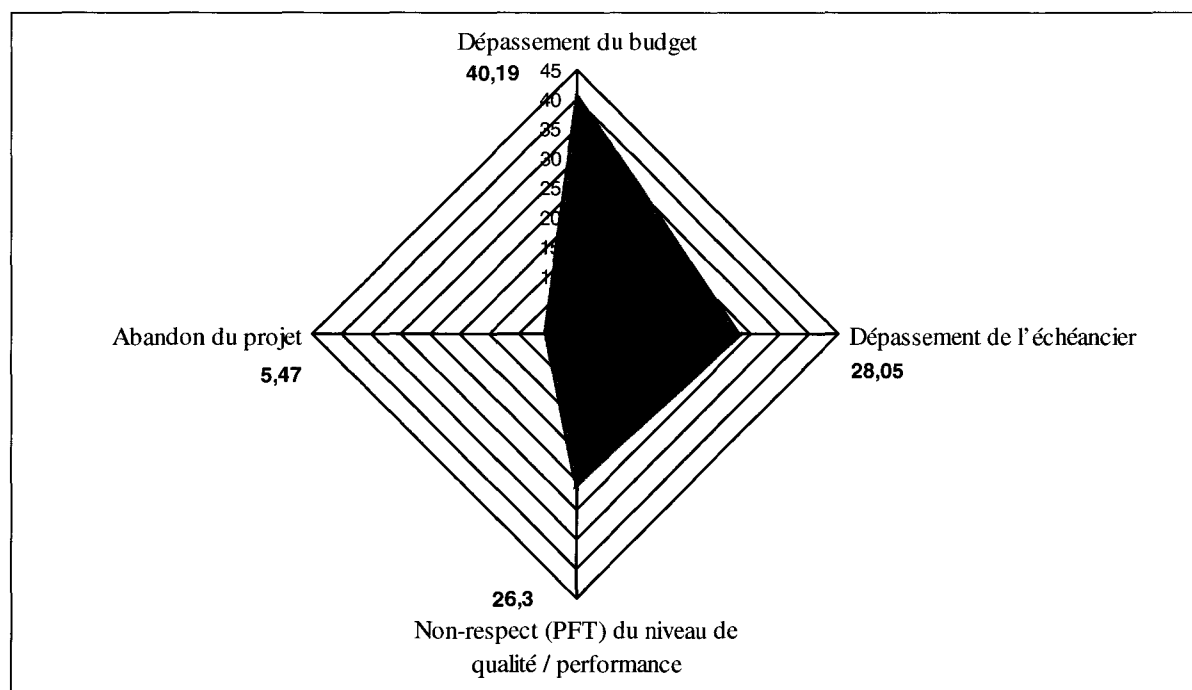


Figure 6.7 Priorités des résultats indésirables.

Les résultats de l'analyse montrent à la Figure 6.7 que parmi les quatre résultats indésirables, le « Dépassement du budget » se présente comme étant le plus important (prédominant) et se démarque avec une valeur de 40,19 %. Le « Dépassement de l'échéancier » présente une valeur de 28,05 %, le « Non-respect (PFT) du niveau de qualité / performance » se situe à 26,30 %, et « Abandon du projet » récolte 5,47 %. Plus la valeur de la priorité du résultat indésirable est élevée, plus celui-ci représente une préoccupation, traduite et exprimée par les

jugements du gestionnaire, à laquelle ce dernier est appelé à prendre action. À l'inverse, une valeur petite traduit en retour une préoccupation de moindre importance. Le tout devant être apprécié de façon relative.

En somme, cette approche donne une appréciation de la probabilité d'occurrence relative (Dikmen et Birgonul, 2006) de chaque résultat indésirable considérant une distribution inconnue. À la lumière de ces résultats, tout indique que le « Dépassement de budget » est le résultat indésirable le plus préoccupant et le plus susceptible de se produire et affecter le projet. Les résultats montrés à la Figure 6.7 ne sont pas des valeurs absolues, mais bien des valeurs relatives. Dans le sens que, par exemple, le résultat indésirable « Dépassement du budget » évalué à 0,4019 ne signifie pas que celui-ci a une probabilité d'occurrence de 40,19 % de se produire, mais indique plutôt sa valeur relative, son poids, par rapport aux autres résultats indésirables.

Cette analyse met aussi en lumière, au-delà de l'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables, la possibilité d'identifier les facteurs et sous-facteurs, préalablement choisis, exerçant une grande influence sur l'objectif. Conséquemment, elle offre l'opportunité, de mener, dans la mesure du possible, des interventions dirigées (actions concrètes) afin d'exercer une influence plus favorable sur les résultats indésirables en finalité. Par exemple, considérant que le facteur de risque « Conditions exogènes » ait été identifié le plus influent parmi les facteurs, avec un poids d'influence de 23,99 %, nous reconnaissons rapidement, parmi les sous-facteurs le composant, que le sous-facteur « Risque de marché » contribue substantiellement à la hauteur de 35,41% à celui-ci. Cela permet donc au gestionnaire (ou à l'équipe de projet) d'orienter plus efficacement les actions à poser afin d'en réduire, dans la mesure du possible, l'effet sur les résultats indésirables. Dans ce cas, une stratégie particulière devrait être mise de l'avant afin d'en atténuer la survenance et y exercer une surveillance accrue.

Également, suite à l'analyse, il devient alors possible d'intervenir spécifiquement au niveau des sous-facteurs choisis initialement et qui ont révélé un impact relativement faible sur

l'objectif. Ceux-ci peuvent être délaissés, c'est-à-dire retirés de l'analyse. Par exemple, en retournant à la Figure 6.3, il est possible de voir pour le facteur de risque « Taille du projet » que le sous-facteur « Grandeur relative du projet » avec les priorités locale et générale respectivement de 0,0504 et 0,0021, montre un impact peu significatif sur l'objectif de l'analyse, soit 0,21%. Il pourrait alors être décidé de retirer ce sous-facteur lors d'une réactualisation de l'analyse par souci de clarté et de précision.

En regard des résultats de cette analyse, celle-ci peut être appuyée par la réalisation de diverses analyses de sensibilité. Le tout afin de connaître l'ampleur des tendances des résultats indésirables advenant une variation à la hausse de la valeur des facteurs de risques. Une ampleur appréciable réfère généralement à une sensibilité importante.

#### **6.1.5 Analyse de la performance de la sensibilité**

Il va de soi, la priorité des alternatives est fortement en lien avec l'importance des poids des critères locaux. Il peut se présenter une situation où une variation sensible des poids relatifs génère des changements importants au niveau de la classification des alternatives. De plus, considérant que leurs poids découlent d'appréciations établies sur la base de jugements subjectifs, la stabilité de la classification des priorités est vérifiée (Chang et al., 2007). En ce sens, une analyse de la performance de la sensibilité des facteurs de risques est montrée à la Figure 6.8. L'importance relative des facteurs de risques est représentée ainsi que leur préférence en regard des résultats indésirables.

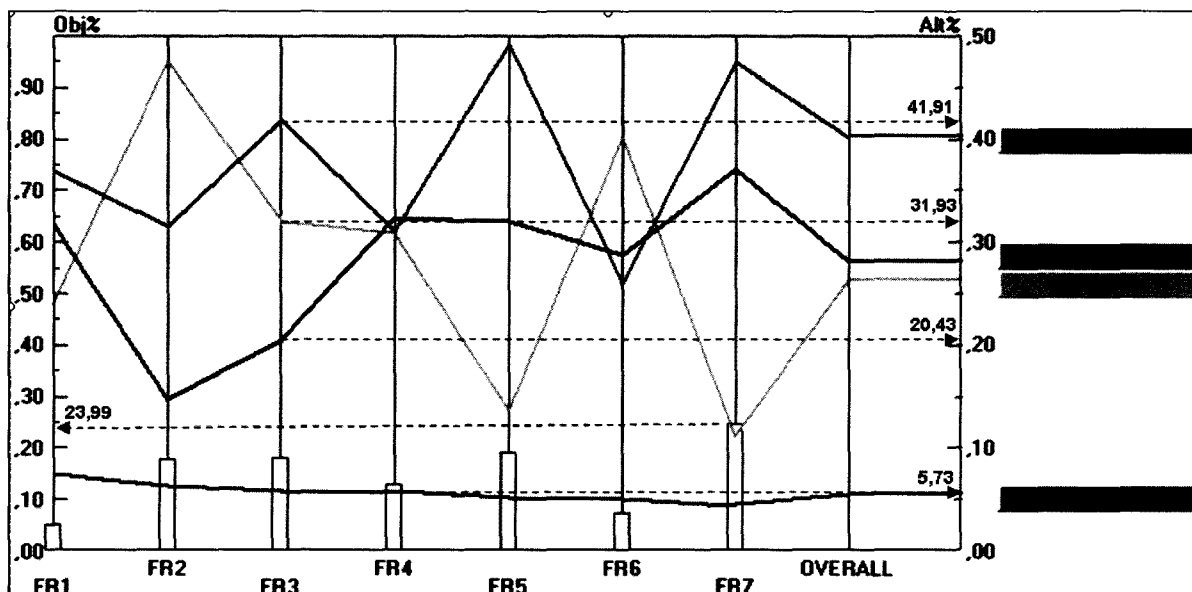


Figure 6.8 Sensibilité de la performance des facteurs de risques.  
Résultat du progiciel Expert Choice

À partir de la Figure 6.8 on note que chaque facteur de risque est représenté sous la forme d'une barre verticale permettant de lire leur valeur sur l'ordonnée située à la gauche. La hauteur de chaque barre représente l'importance relative. Par exemple, pour le facteur de risque FR7 une lecture de 23,99 % est faite sur l'ordonnée de gauche. Le prolongement de chaque ligne (verticale) des facteurs de risques jusqu'à l'intersection de la courbe de chaque alternative (résultats indésirables) indique sur l'ordonnée de droite, la valeur respective de chacune d'elle. Par exemple pour le facteur de risque FR3 l'intersection de la ligne verticale avec les résultats indésirables C4, C3, C2, C1 indique respectivement des préférences de 5,73 %, 31,93 %, 20,43 % et 41,91 %. De plus, il apparaît clairement que le résultat indésirable C1 (courbe en rouge) est prédominant pour les facteurs FR1, FR3, FR5 et FR7. Également, la préférence globale est montrée complètement à la droite sous l'appellation « OVERALL » montrant le résultat indésirable C1 prévalant globalement dans l'ensemble de l'analyse pour les sept facteurs de risques.

### 6.1.6 Analyses de sensibilité du gradient

Nous avons effectué une série de sept analyses de sensibilité du gradient dans le respect de l'importance de chaque facteur de risque. Chacune des analyses de sensibilité du gradient nous a permis d'examiner la réponse des résultats indésirables en regard de la variation d'un facteur de risque spécifique.

À cet effet, la Figure 6.9 montre le résultat de l'analyse de sensibilité réalisée en lien avec le facteur de risque « Taille du projet (FR1) ». La ligne verticale en rouge, indique au croisement de l'abscisse, sa valeur dans l'ensemble, soit 4,24 %. Même avec une croissance importante de la priorité de ce facteur de risque, le classement des résultats indésirables ne serait pas affecté. Dans cette figure, le résultat indésirable C1 demeure la préoccupation la plus importante parmi les quatre résultats indésirables pour ce facteur de risque, et ce même pour une priorité largement augmentée. Dans l'éventualité de cette dernière, nous serions à même de constater une baisse sensible de l'importance du résultat indésirable C1, très peu significative à notre avis. L'analyse révèle que les résultats indésirables ne sont pas très sensibles à une légère variation de la priorité du facteur de risque FR1. Advenant une réévaluation à la hausse de son appréciation dans l'ensemble de l'analyse, la Figure 6.9 indique que cela n'affecterait le classement des alternatives, le cas échéant. Notons cependant que le résultat indésirable C4, montre peu de sensibilité en regard de la variation à la hausse du facteur de risque FR1.

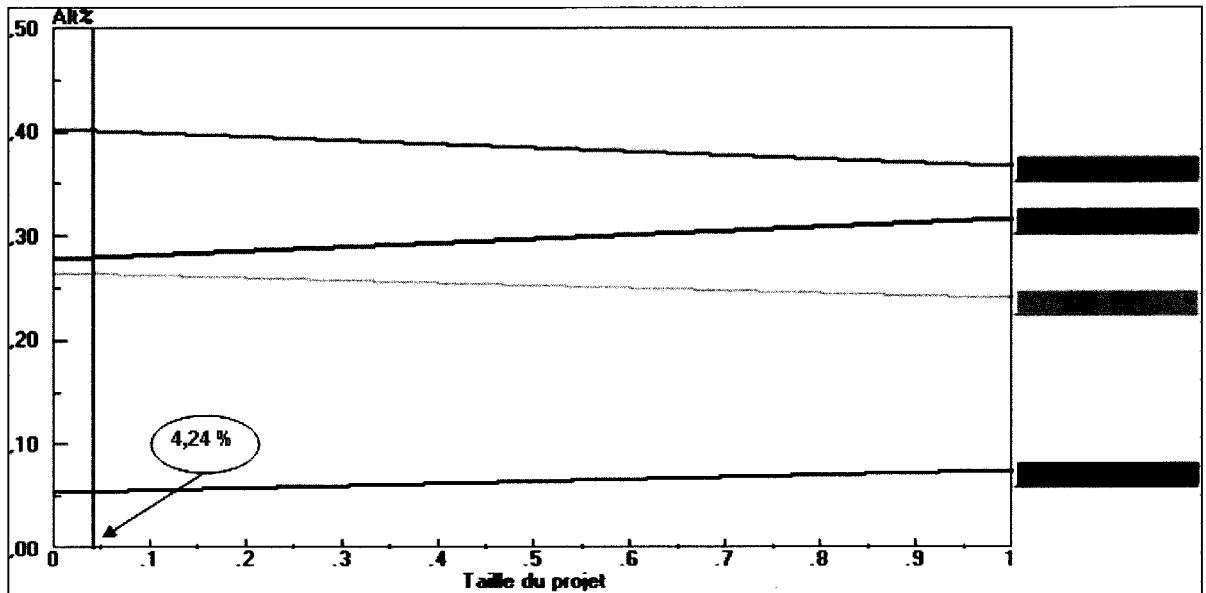


Figure 6.9 Analyse de sensibilité du gradient - Taille du projet.  
Résultat du progiciel Expert Choice

La Figure 6.10 montre le résultat de l'analyse de sensibilité du gradient réalisée en lien avec le facteur de risque « Expérience et expertise (FR2) ». La ligne verticale en rouge, indique au croisement de l'abscisse, sa valeur dans l'ensemble, soit 17,04 %. Le résultat indésirable C1 demeure la préoccupation la plus importante parmi les quatre résultats indésirables pour ce facteur de risque. Nous pouvons remarquer, qu'une variation à la hausse de ce facteur de risque, peut engendrer une modification quant au classement des deuxième et troisième résultats indésirables. Au-delà d'une priorité supérieure à 21,0 %, le résultat indésirable C3 surpasse le résultat indésirable C2. Cependant, une croissance importante de la priorité de ce facteur de risque, produirait une baisse de son influence sur le résultat indésirable C1. Dans cette éventualité, au-delà d'une priorité de 55,5 % (voir la ligne pointillée en bleue) cela modifierait le classement des résultats indésirables, indiquant que le résultat indésirable C3 surpasserait le résultat indésirable C1 et deviendrait alors la préoccupation la plus importante. Mais pour ce faire, cela demanderait une révision importante des jugements à cet égard. Conséquemment, cette analyse révèle que l'ensemble des résultats indésirables n'est pas très sensible à une légère variation de la priorité du facteur de risque FR2. Quant au résultat indésirable C4, celui-ci n'affiche pratiquement aucune sensibilité en regard de la variation du facteur de risque FR2.

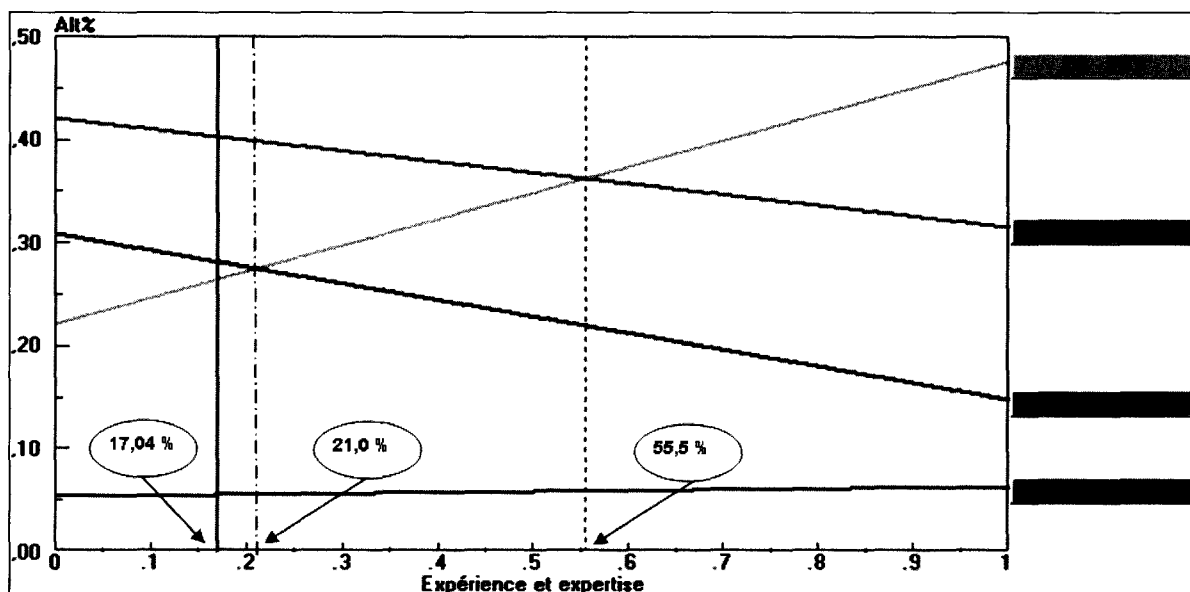


Figure 6.10 Analyse de sensibilité du gradient - Expérience et expertise.  
Résultat du progiciel Expert Choice

La Figure 6.11 montre le résultat de l'analyse de sensibilité du gradient réalisée en lien avec le facteur « Complexité du livrable (FR3) ». La ligne verticale en rouge, indique au croisement de l'abscisse, sa valeur dans l'ensemble, soit 17,24 %. Le résultat indésirable C1 demeure la préoccupation la plus importante parmi les quatre résultats indésirables pour ce facteur de risque. Nous pouvons observer, qu'une variation de la priorité de ce facteur de risque, engendre une modification quant au classement des deuxième et troisième résultats indésirables. Au-delà d'une priorité supérieure à 28,1 % (voir la ligne pointillée en bleue), le résultat indésirable C3 surpasse le résultat indésirable C2. Toutefois, le résultat indésirable C1 demeure la préoccupation la plus importante parmi les quatre résultats indésirables pour ce facteur de risque, et ce même pour une priorité largement augmentée. Dans l'éventualité de cette dernière, nous serions à même de constater une augmentation très légère de l'importance des résultats indésirables de C1 et C3 et d'une baisse du résultat indésirable C2 peu significative à notre avis. Cette analyse révèle que les résultats indésirables ne sont pas très sensibles à une légère variation de la priorité du facteur de risque FR3. Quant au résultat indésirable C4, celui-ci ne démontre aucune sensibilité notable en regard de la variation du facteur de risque FR3.

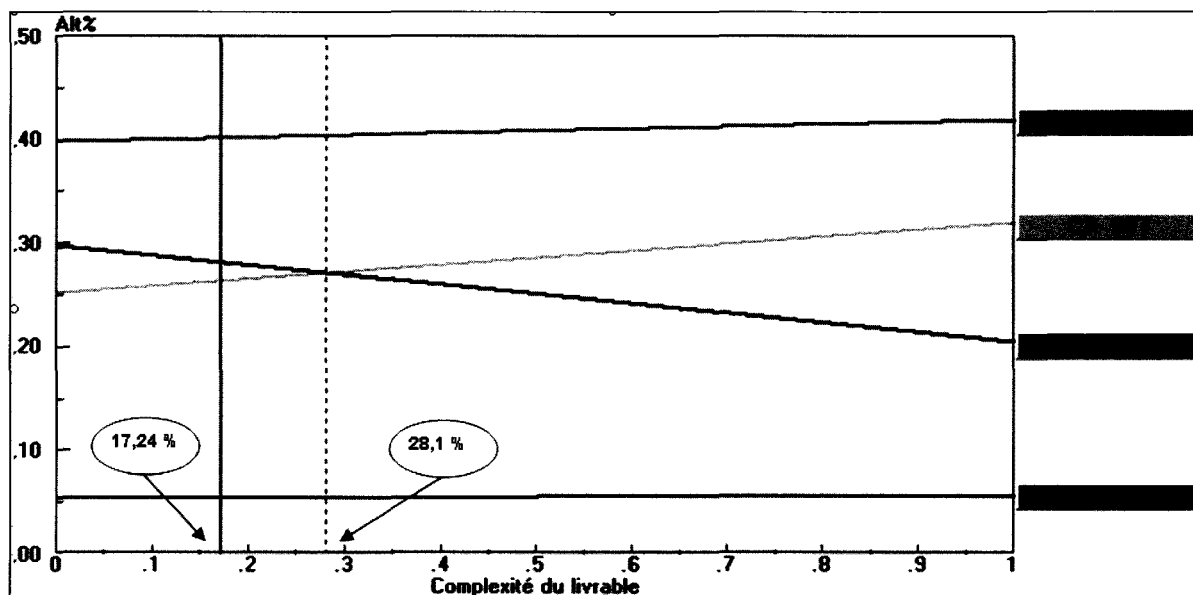


Figure 6.11 Analyse de sensibilité du gradient - Complexité du livrable.  
Résultat du progiciel Expert Choice

La Figure 6.12 montre le résultat de l'analyse de sensibilité du gradient réalisée en lien avec le facteur « Environnement organisationnel (FR4) ». La ligne verticale en rouge, indique au croisement de l'abscisse, sa valeur dans l'ensemble, soit 12,32 %. Même avec une hausse importante de la priorité de ce facteur de risque, en deçà d'une valeur de 91,3 % (voir la ligne pointillée en bleue), le classement des résultats indésirables ne serait pas affecté. Dans cette figure, le résultat indésirable C1 demeure la préoccupation la plus importante parmi les quatre résultats indésirables pour ce facteur de risque, et ce même pour une priorité très largement augmentée. Dans l'éventualité de cette dernière, nous serions à même de constater une baisse de l'importance du résultat indésirable C1, et d'une hausse de l'importance des facteurs de risques C2 et C3. Cette analyse révèle toutefois que les résultats indésirables ne sont pas sensibles à une légère variation de la priorité du facteur de risque FR4. Quant au résultat indésirable C4, celui-ci n'est pas sensible en regard de la variation du facteur de risque FR4.



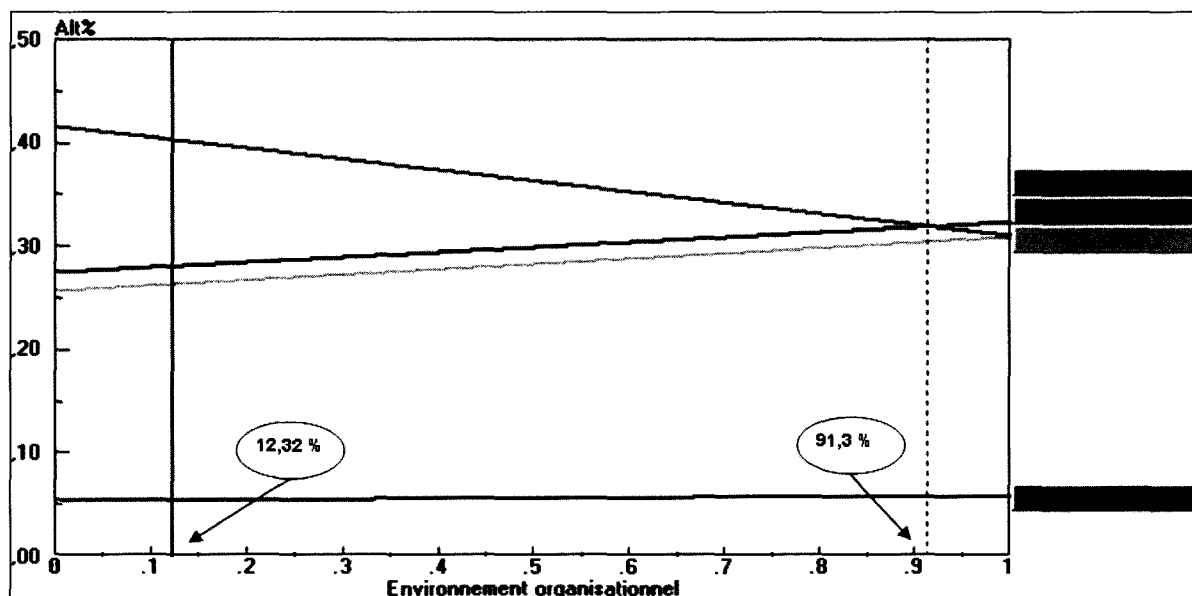


Figure 6.12 Analyse de sensibilité du gradient - Environnement organisationnel.  
Résultat du progiciel Expert Choice

La Figure 6.13 montre le résultat de l'analyse de sensibilité du gradient réalisée en lien avec le facteur « Complexité du projet (FR5) ». La ligne verticale en rouge, indique au croisement de l'abscisse, sa valeur dans l'ensemble, soit 18,51 %. Même avec une croissance importante de la priorité de ce facteur de risque, le classement des résultats indésirables ne serait pas affecté. Dans cette figure, le résultat indésirable C1 demeure la préoccupation la plus importante parmi les quatre résultats indésirables pour ce facteur de risque, et ce même pour une priorité largement augmentée. Dans l'éventualité de cette dernière, nous serions à même de constater une hausse des résultats indésirables C1 et C2 ainsi qu'une diminution du résultat indésirable C3. Le classement des alternatives ne serait pas affecté le cas échéant. L'analyse nous révèle que les résultats indésirables ne sont pas sensibles à une légère variation de la priorité du facteur de risque FR5. Notons cependant que le résultat indésirable C4, montre une sensibilité quasi nulle en regard de la variation du facteur de risque FR5.

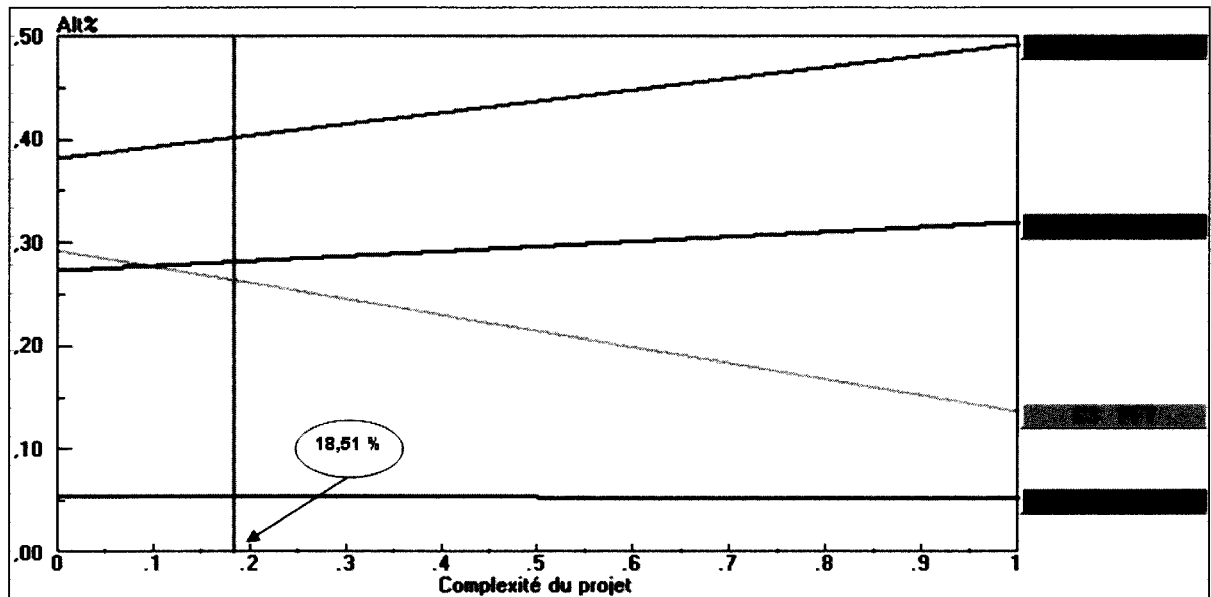


Figure 6.13 Analyse de sensibilité du gradient - Complexité du projet.  
Résultat du progiciel Expert Choice

La Figure 6.14 montre le résultat de l'analyse de sensibilité du gradient réalisée en lien avec le facteur « Caractéristique des agents externes (FR6) ». La ligne verticale en rouge, indique au croisement de l'abscisse, sa valeur dans l'ensemble, soit 6,67 %. Le résultat indésirable C1 demeure la préoccupation la plus importante parmi les quatre résultats indésirables pour ce facteur de risque. Nous pouvons remarquer, qu'une variation significative de ce facteur de risque, engendre une modification quant au classement des deuxième et troisième résultats indésirables. Au-delà d'une priorité supérieure à 18,8 %, le résultat indésirable C3 surpasse le résultat indésirable C1. Cependant, une croissance importante de la priorité de ce facteur de risque, produirait une baisse de son influence sur le résultat indésirable C1. Dans cette éventualité, au-delà d'une priorité établie à 53,1 % (voir la ligne pointillée en bleue) cela modifierait le classement des résultats indésirables, indiquant que le résultat indésirable C3 surpasserait le résultat indésirable C1 et deviendrait alors la préoccupation la plus importante. Mais pour ce faire, cela demanderait une révision importante des jugements à cet égard. Cette analyse révèle que les résultats indésirables ne sont pas sensibles à une légère variation de la priorité du facteur de risque FR6. Quant au résultat indésirable C4, celui-ci n'est pas sensible à la variation du facteur FR6.

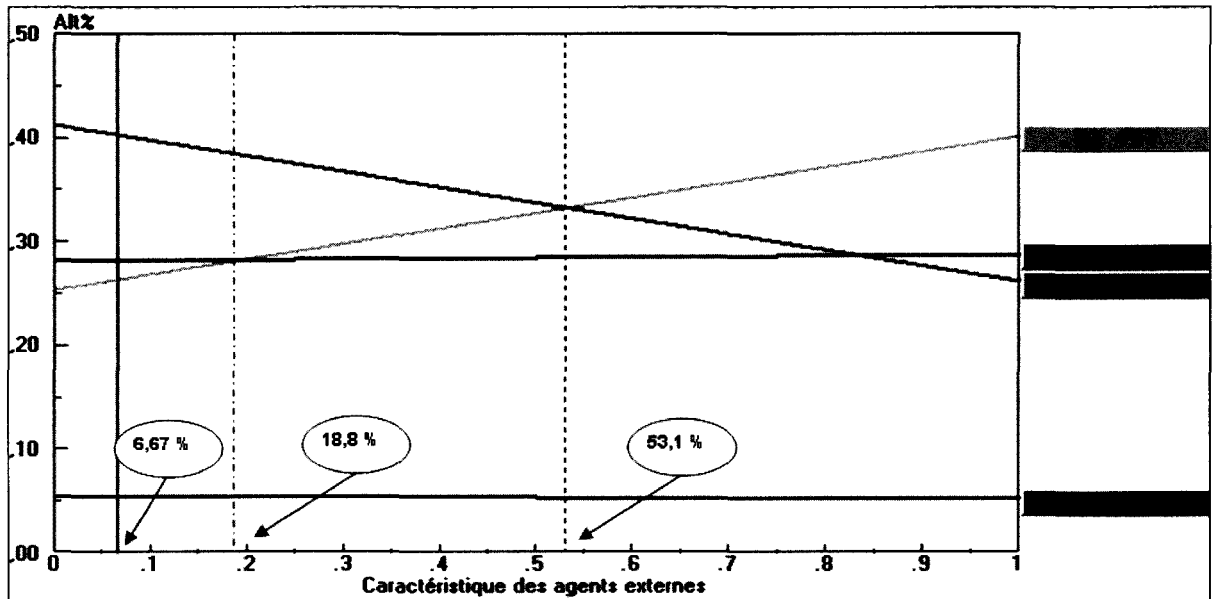


Figure 6.14 Analyse de sensibilité du gradient - Caractéristiques des agents externes.  
Résultat du progiciel Expert Choice

La Figure 6.15 montre le résultat de l'analyse de sensibilité du gradient réalisée en lien avec le facteur « Conditions exogènes (FR7) ». La ligne verticale en rouge, indique au croisement de l'abscisse, sa valeur dans l'ensemble, soit 23,99 %. Dans cette figure, le résultat indésirable C1 demeure la préoccupation la plus importante parmi les quatre résultats indésirables pour ce facteur de risque, et ce même pour une priorité largement augmentée. Dans l'éventualité de cette dernière, nous serions à même de constater une hausse des résultats indésirables C1 et C2 et une diminution du résultat indésirable C3. Même avec une croissance importante de la priorité de ce facteur de risque, le classement des résultats indésirables ne serait pas affecté, le cas échéant. Cette analyse révèle que les résultats indésirables ne sont pas sensibles à une légère variation de la priorité du facteur de risque FR7. Notons cependant que le résultat indésirable C4, montre une sensibilité quasi nulle en regard de la variation du facteur de risque FR7.

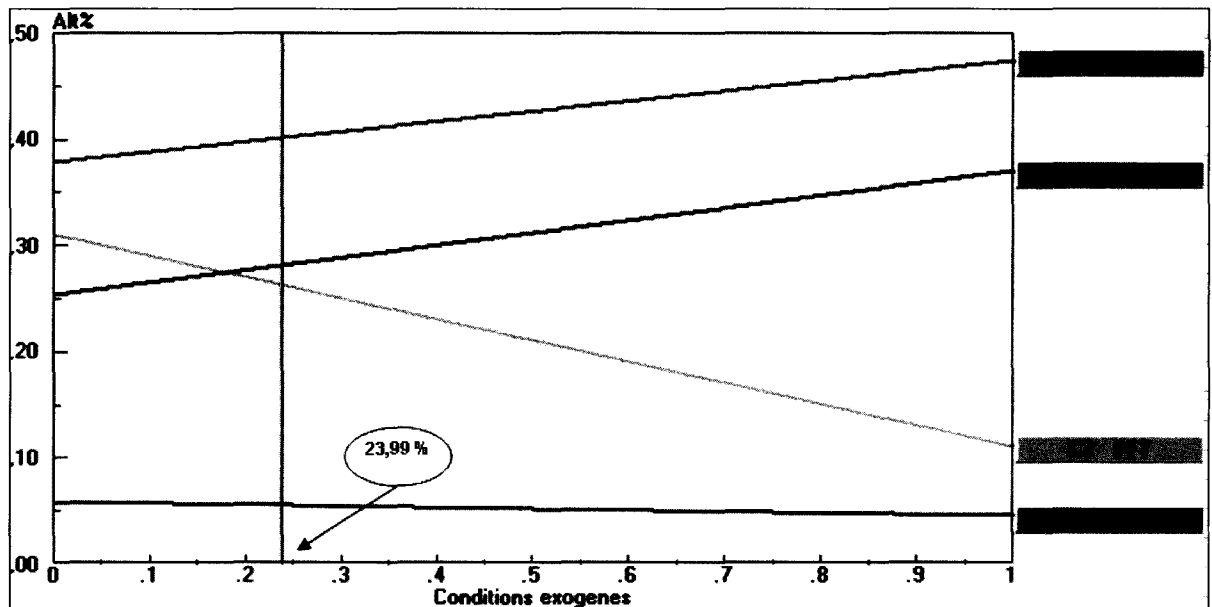


Figure 6.15 Analyse de sensibilité du gradient - Conditions exogènes.  
Résultat du progiciel Expert Choice

L'ensemble des sept analyses de sensibilité des gradients révèle qu'aucun des quatre résultats indésirables ne manifeste une sensibilité significative à l'égard de la variation des facteurs de risques. Cela signifie entre autres qu'il n'est donc pas nécessaire pour nous de revoir les jugements réalisés précédemment lors des comparaisons par paires. Conséquemment, la congruence des jugements se reflète sur la stabilité des priorités des résultats indésirables par la démonstration que le renversement des priorités n'est pas considéré comme étant précaire et susceptible de se produire à faible variation des facteurs de risques. Dans l'ensemble, cela suggère une certaine fiabilité quant à l'identification du résultat le plus indésirable de notre analyse, soit le résultat indésirable C1.

Dans cette étude, le renversement des priorités des résultats indésirables peut toutefois être observé. Dans ce sens, nous procédons à une analyse complémentaire de sensibilité. Comme le requiert une telle analyse, un seul facteur se voit modifié à la fois. À titre d'exemple, nous présentons les résultats des analyses faites sur deux facteurs de risque « Expérience et expertise » (FR2) et « Complexité du projet » (FR5). Le facteur de risque FR2 est choisi considérant que la Figure 6.8 indique qu'une variation très importante de ce facteur ferait en sorte de provoquer le renversement des alternatives. Également, le facteur de risque FR5 est

choisi considérant que la Figure 6.8 indique qu'une variation très importante de ce facteur maintiendrait la priorité de l'alternative globale actuelle. Dans cet exemple, nous revoyons intentionnellement les jugements de façon à modifier la priorité globale de chacun des facteurs choisis en les faisant passer à tour de rôle, du simple au double de leur valeur actuelle dans le but de démontrer la stabilité du système par l'observation de la réponse des alternatives.

Dans le cas du facteur de risque FR2 celui-ci est majoré de 17,0 % (ligne verticale rouge) à 34,1 %, (ligne pointillée bleue) : Voir Figure 6.16.

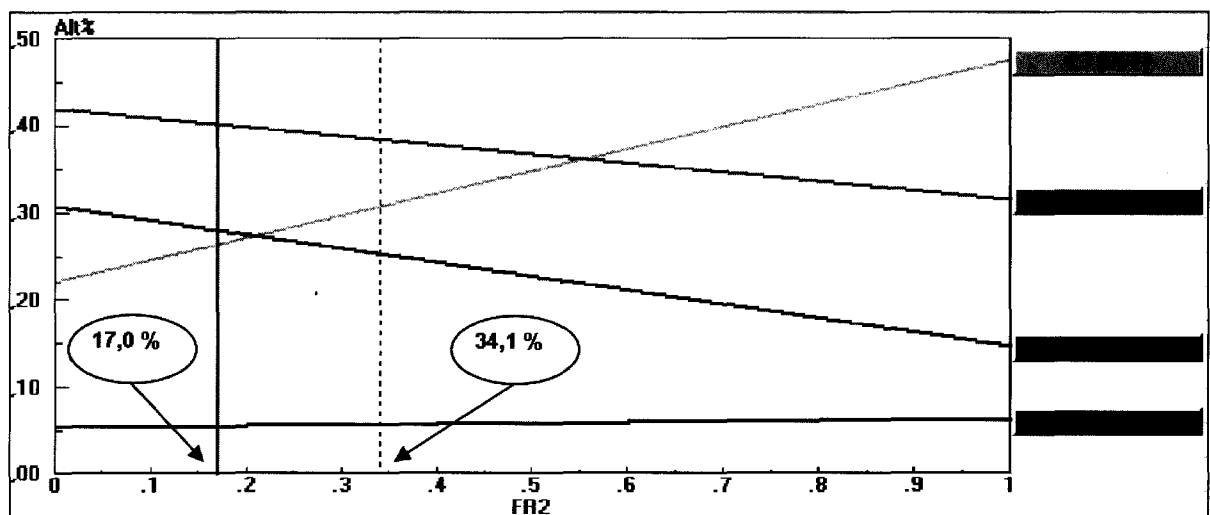


Figure 6.16 Majoration du facteur « Expérience et expertise (FR2) » de 17 % à 34 %.

En réponse, la priorité globale du résultat indésirable C1 demeure toute même prédominante en passant d'une valeur de 40,2 % à 38,4 %. Cependant, un renversement est constaté entre le résultat indésirable C2, qui passe de 28,1 % à 25,3 %, et le résultat indésirable C3, qui passe de 26,3 % à 30,7 %, ce dernier se classant alors en deuxième priorité : Voir Figure 6.17.

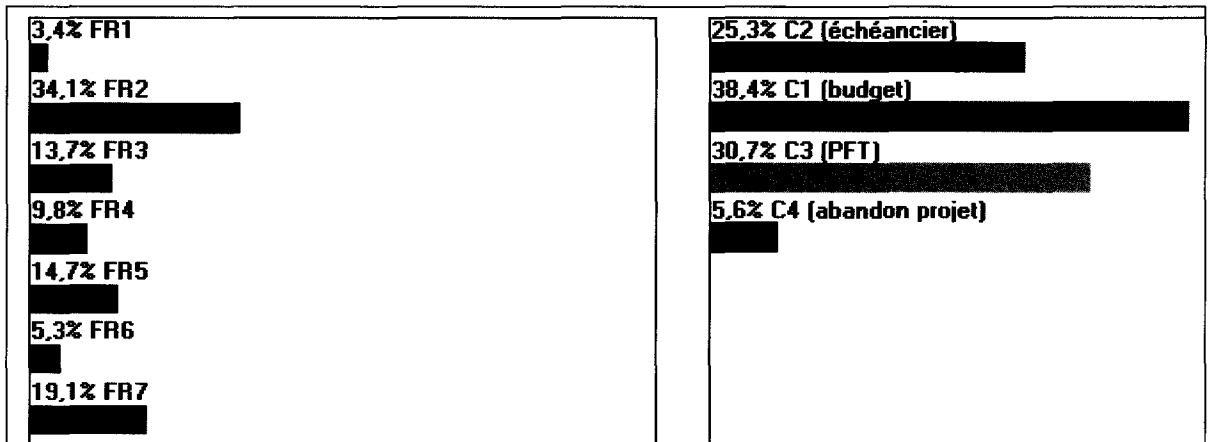


Figure 6.17 Résultats de la majoration du facteur « Expérience et expertise (FR2) ».

Dans le cas du facteur de risque FR5 celui-ci est majoré de 18,5 % (ligne verticale rouge) à 37,1 %, (ligne pointillée bleue) : Voir Figure 6.18.

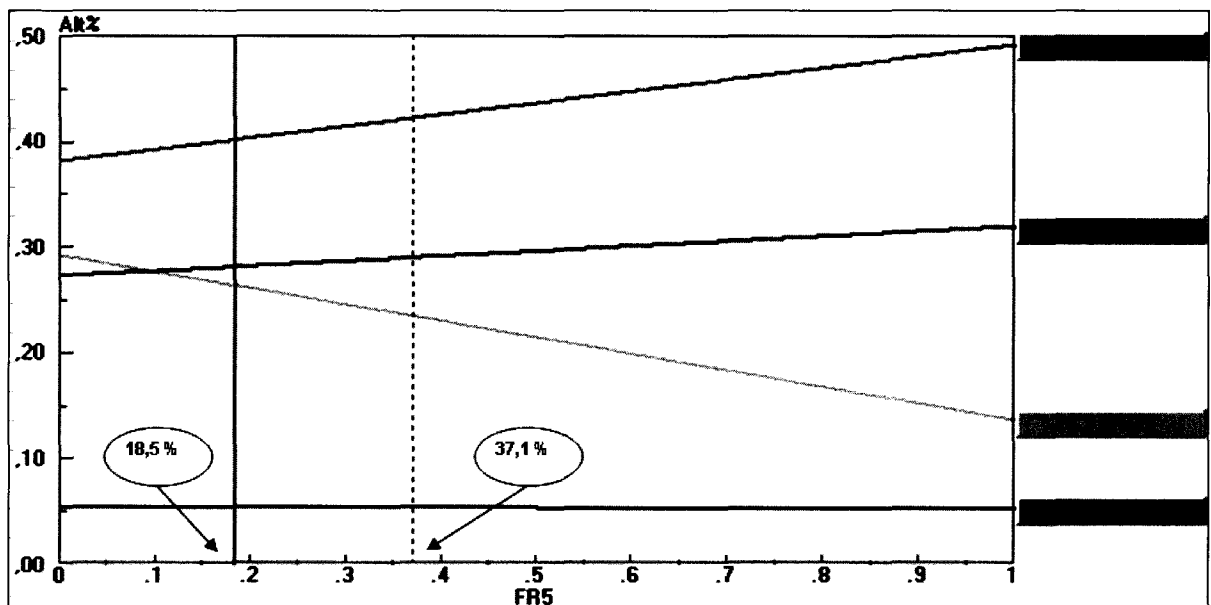


Figure 6.18 Majoration du facteur « Complexité du projet (FR5) » de 18,5 % à 37,1 %.

La priorité globale du résultat indésirable C1 demeure prédominante en passant d'une valeur de 40,2 % à 42,2 %. Aucun renversement n'est constaté entre le résultat indésirable C2, qui passe de 28,1 % à 28,9 %, et le résultat indésirable C3, qui passe de 26,3 % à 23,47 %, ce premier conserve la deuxième priorité : Voir Figure 6.19.

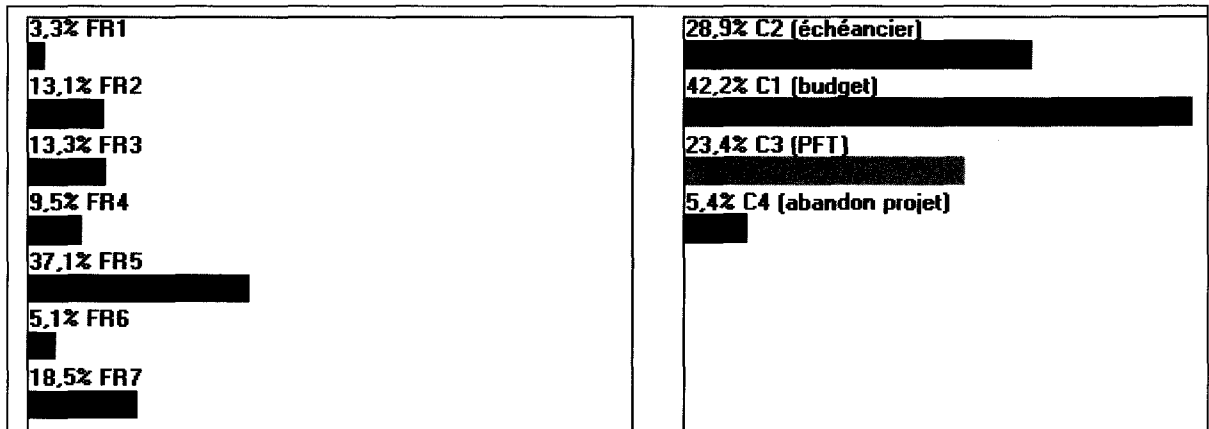


Figure 6.19 Résultats de la majoration du facteur « Complexité du projet (FR5) ».

Ces deux analyses de sensibilité expriment en quelque sorte une robustesse relative des résultats présentés. Bien que le rang de certaines priorités a été renversé, du troisième niveau vers le deuxième niveau, et vis et versa, le résultat global démontre que la priorité globale du résultat indésirable C1 demeure prédominante dans ces deux cas, et conserve la première priorité.

Un constat intéressant se dégage à travers l'ensemble des analyses de sensibilité du gradient des facteurs de risques, à l'effet que ce sont les mêmes trois des quatre résultats indésirables qui se retrouvent à occuper les trois premiers rangs, présentant en tout temps le résultat indésirable C4 comme la plus faible des quatre priorités.

## 6.2 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté un exemple d'application relativement à un cas réel d'un projet de construction. Les résultats obtenus sur l'évaluation de la probabilité d'occurrence relative des résultats indésirables à l'aide du système hiérarchique proposé, sont très encourageants. Un ensemble constitué de 42 éléments, comprenant les facteurs de risques, sous-facteurs de risques et résultats indésirables, représentant l'aspect multidimensionnel du risque, ont été analysés à l'aide de la méthode AHP. L'application EC a démontré sa capacité à synthétiser toutes ces informations en des résultats probants,

significatifs, compréhensibles et aussi exploitables. La méthode AHP s'inscrit donc précisément dans le cadre de la démarche d'analyse pour en favoriser la mesure de la probabilité d'occurrence relative des résultats indésirables et formaliser le processus. La démarche spécifique relative au concept de comparaisons par paires fournit la chance au gestionnaire de comprendre le système construit et l'amène indubitablement à approfondir substantiellement sa réflexion sur le risque et à l'apprivoiser. Le tout dans l'émergence favorable d'une analyse meilleure et plus précise des résultats indésirables en présence ainsi que de leur relativisation menant à une agrégation réfléchie.

Cette analyse a permis, avec la méthode développée, de mettre en lumière, au-delà de l'évaluation de la probabilité d'occurrence des résultats indésirables, la possibilité d'identifier les facteurs et sous-facteurs prédominants, exerçant une grande influence sur l'objectif. Conséquemment, elle offre l'opportunité, de mener, dans la mesure du possible, des interventions dirigées (actions concrètes) afin d'exercer une influence plus favorable sur les résultats indésirables en finalité.



## **CHAPITRE 7**

### **CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

#### **7.1 Conclusion**

Au cours des chapitres précédents, nous avons traité, entre autres, de la perception du domaine de la construction en général, abordé les phénomènes de dépassements de coûts et des échéanciers dans les projets de construction rappelant que les défis sont omniprésents. Nous avons également abordé la gestion du risque, dont il apparaît toujours difficile pour une organisation d'arriver à évaluer la probabilité d'occurrence d'un résultat indésirable.

En vue d'amener une piste de solution afin de surmonter en partie cette difficulté, nous avons proposé un système d'aide à la décision dans l'objectif de favoriser l'émergence d'indices favorable à l'atteinte du succès. Des facteurs de risques spécifiques et leurs sous-facteurs ont été mis à contribution dans une dynamique d'analyse réalisée par le gestionnaire avec la prise en compte d'alternatives prédéterminées précises, exprimées par des résultats indésirables, le tout contenu et orchestré mathématiquement par la méthode multicritère AHP. Cette méthode a été spécifiquement utilisée afin de mettre en perspective une vue globale et faire ressortir la structure fonctionnelle (Saaty, 1984) du système en présence, et ce, dans un univers relativement complexe. Il va sans dire que le recours à cette méthode par le gestionnaire, nécessite qu'il possède en retour une connaissance approfondie du projet à traiter. Le potentiel de détection de l'aspect aléatoire des jugements, rendus en cours de processus, a fourni un repère visant à maintenir une cohérence adéquate des jugements.

Nous avons pris soin de garder à l'esprit le modèle mathématique sous-jacent, dont plusieurs auteurs soulignent, que le recours à une sophistication mathématique n'est pas essentiel à la compréhension de l'analyse décisionnelle ou pour en apprécier de son utilité (Lifson et Shaifer, 1982). De même, la gestion du risque dans un projet ne doit pas déboucher sur un

modèle avancé de mathématique, selon Smith et al. (1999). En accord avec ces auteurs, nous concevons qu'un modèle mathématique éprouvé par les chercheurs nous apparaît tout à fait nécessaire afin de supporter de façon cohérente l'ensemble de notre démarche. En ce sens, dans notre étude nous avons fait appel à l'application EC, elle-même supportée par la méthode AHP.

Au terme de cette recherche, il en ressort que la méthode que nous avons proposée, ayant recours au couplage des facteurs de risques et de la méthode analytique de hiérarchie (AHP), s'est avérée tout à fait applicable et viable. Celle-ci a permis de réaliser une évaluation quantitative de la probabilité d'occurrence relative des résultats indésirables préalablement identifiés et d'identifier par la même occasion ceux étant prédominants. Nous pouvons donc conclure que les résultats émanant de cette analyse sont importants et significatifs dans la mesure où nous considérons également que l'environnement systémique dans lequel la réflexion a évolué, l'est encore tout autant à notre avis. Nous considérons que cette nouvelle méthode plus systématique menant à la détermination de la probabilité d'occurrence d'un résultat indésirable est établie.

L'aspect analytique de la méthode proposée combiné à l'expression des résultats présentés sous une forme graphique a significativement contribué, sans aucun doute, à parfaire la compréhension pour le gestionnaire, et ce, tel un diagramme de Gantt dans le cadre de la représentation d'un échéancier. Le recours à l'application EC a permis, entre autres, d'évaluer la sensibilité des solutions en regard des changements qui peuvent survenir dans l'information disponible et de conclure à une robustesse apparente des résultats cohérents obtenus pour cette étude.

Cette étude expose donc le potentiel pouvant être développé par le gestionnaire ou l'organisation en faveur d'une compréhension accrue de l'influence qu'exerce l'environnement spécifique entourant chaque projet de construction. En ce sens, l'avenir prometteur d'une telle méthode globale pourrait aider à transmettre une « photo » provenant de l'intérieur, tel que vue et compris par le gestionnaire. Elle exprime en quelque sorte à quel

point le gestionnaire comprend les relations qui existent entre les divers facteurs de risques par l'expression de l'attribution de leurs valeurs respectives. Cette information pourrait fort possiblement susciter un intérêt pour un conseil d'administration, par exemple. D'ailleurs, bien que la communication de l'information puisse revêtir toute son importance, sa source ainsi que l'explication même qui a mené aux décisions constituent ici toute son importance. En ce sens, la confiance dans une décision se trouve étayée et érigée sur des pensées expliquées rendant alors plus facile l'investissement des individus concernés face aux décisions sur des questions complexes présentées.

Conscient que cette méthode véhicule le défaut de sa qualité, c'est-à-dire représente une vue cristallisée à un moment donné, l'aspect « intemporel » de l'analyse peut être contourné par sa flexibilité à réviser les critères et appréciations ainsi que par sa souplesse à permettre des réactualisations au moment désiré.

Le recours à l'analyse multicritère met aussi en lumière la capacité de retracer le cheminement du processus décisionnel ayant mené à toute décision et mets en évidence son fondement par la même occasion. Un tel outil peut s'avérer profitable à l'obtention de décisions collectives argumentées et réfléchies exigée, ne serait-ce que sous l'aspect de l'imputabilité rattachée à la gestion d'un projet.

Les résultats obtenus par cette étude permettent tout à fait aux décideurs de convaincre les utilisateurs d'user de cette méthode afin d'orienter leurs efforts en lien avec les objectifs, d'affiner constamment leurs stratégies en regard des impacts potentiels des alternatives et aussi de mieux saisir les enjeux du projet.

Cette analyse multicritère bénéficierait sans aucun doute d'une discussion en groupe. Toutefois, au-delà de l'aspect multidimensionnel circonscrit de la chose, l'apport du vecteur multipartite serait souhaitable afin d'améliorer et de renforcer l'objectivité de l'analyse tout en prenant en considération les préoccupations des parties prenantes, limitant par ailleurs l'induction de biais individuel dans l'évaluation. L'évaluation dite collective serait alors une

approche à privilégier afin minimiser la subjectivité, par le consensus, dans les évaluations et tendre vers une objectivité presque absolue. Condon et al. (2003) reconnaissent qu'en la matière, il y a quatre manières différentes à partir desquelles un groupe peut estimer les poids avec la méthode AHP soit par : consensus, le vote ou compromis, la moyenne géométrique des jugements individuels et la moyenne des poids arithmétiques.

Bien que certaines incertitudes puissent tout de même demeurer, la relativisation des facteurs de risques et l'apport induit des connaissances cognitives permettent en soi l'émergence de vecteurs représentatifs de la synergie produite en une meilleure identification des alternatives en jeux.

Sans contredit, le désir de démocratiser la gestion du risque peut être induit en partie par le changement de nos paradigmes les plus simples et voir même à promouvoir davantage son acceptabilité sous une autre dimension permettant d'en arriver à des objectifs semblables. En retour, la gestion du risque doit être prémunie contre une bureaucratisation systématique de la chose et combattre à la fois la perception de gruger du temps (Smith, Merna et Jobling, 1999).

Soulignons d'autre part, que dans le cadre de la complétion d'une analyse de risques, il va sans dire, qu'il est tout à fait important de tenir compte, dans l'équation, de l'ampleur de la perte due à chaque résultat indésirable, et ce, afin d'obtenir l'expression de l'exposition aux risques en mode de gestion de projet rattachée aux facteurs de risques (Aubert et Bernard, 2004). Ce volet n'ayant pas fait l'objet de cette étude, mériterait d'être abordé et développé par d'autres études.

La limite de cette approche demeure toutefois à être rappelée. Dans le sens, que les résultats sont entièrement dépendants de la validité ainsi que de la représentativité des données utilisées. Une sous-évaluation du poids d'un facteur de grande importance, lors de l'analyse, peut s'avérer fatale dans l'identification de l'alternative caractérisant les jugements. Ainsi, le recours à l'avis d'expert, nécessite tout d'abord de s'assurer de la pertinence de leur expertise

pour l'occasion, afin d'éviter de biaiser les évaluations. Encore, la méthode AHP demande à être bien comprise par les utilisateurs afin d'éviter des erreurs faussant les résultats. Également à prendre en considération, la cueillette d'informations ainsi que la mise en œuvre de cette opération ne représentent certes pas un coût nul en ressources pour l'organisation. Finalement, l'établissement de la probabilité d'occurrence subjective obtenue dans le cadre de cette étude ne permet pas d'être testé statistiquement (Banuelas et Antony, 2004).

Il en ressort donc, que l'avantage de cette méthode est qu'elle est modulable en fonction des besoins, des variables connues, du temps disponible, des questionnements soulevés et permet de faire ressortir de la synthèse des jugements, une vision organisée d'un monde de plus en plus complexe (Ahiabile et Dalcher, 2005; Baccarini, 1996) et évolutif.

Cette méthode nous apparaît donc à la fois comme un outil moderne pouvant assister le décideur « en situation » et comme une philosophie volontariste d'aide à la prise de décisions responsables (Saaty, 1984) le tout s'intégrant dans une approche novatrice de la révision de nos paradigmes en la matière.

Il s'avère vrai que les grands projets ont toujours exercé une certaine fascination ainsi que généré des controverses de toutes natures. Leurs impacts cependant sur notre société sont indéniables et la notion de vouloir les gérer avec efficience et efficacité n'est certes pas remise en question. La non-réussite des projets publics de notre société a des impacts non seulement sur les utilisateurs, mais également sur ceux qui doivent les construire, les financer, les entretenir et les opérer, c'est-à-dire le gouvernement. Il appert qu'en dépit des décennies d'expériences, il nous apparaît encore difficile de conclure que d'importants progrès ont été réalisés afin d'améliorer la performance et se due en grande partie à la complexité incessante des projets et aussi parce que l'adaptation aux « bonnes pratiques » a également ses limites (Lampel, 2001).

À la lumière de la littérature consultée, tout semble indiquer que la gestion des risques, dans le domaine de la construction, demeure encore aujourd'hui à l'étape de balbutiement (Raz,

Shenhar et Dvir, 2002). Nous considérons, que la conclusion émise par Flyvberg et al. (2003, p. 20) demeure encore tout à fait d'actualité, et trouve ici toute son importance, « Don't trust cost estimate ». À ce niveau, en fait, il s'avère toujours intéressant et inquiétant de constater, qu'encore aujourd'hui, que l'inverse puisse se produire dans nombre de projets. Mais cela ne date pas d'hier, et n'est pas sans nous rappeler le légendaire syndrome du Titanic qualifié d'insubmersible à cette époque, exprimant alors un sentiment fort d'invulnérabilité.

Nous sommes rassurés, notre démarche s'inscrit telle une progression certaine vers le succès. Comme l'a dit l'auteur Toffler (1990), cité dans Haimès (2004, p. 4), « As we advance into the Terra Incognita of tomorrow, it is better to have a general and incomplete map, subject to revision and correction, than to have no map at all. »

Enfin, entre-temps n'aurions-nous pas avantage à tirer profit collectivement de l'approche « Appolo » (Flyvbjerg, Bruzelius et Rothengatter, 2003)?

## **7.2 Recommandation**

Notre réflexion sur la compréhension du succès des projets de construction passés, de nos attentes en regard des besoins actuels et de notre appréhension pour le futur nous rappellent cette complexité toujours présente du domaine de la construction. La modélisation, exprimant la compréhension que en avons de notre environnement en regard des facteurs signifiants, révèle que cette démarche demeure en soi essentielle pour les gens œuvrant dans le projet afin de percevoir comment peut se définir le succès et de voir la dynamique sous-jacente des facteurs de risques impliqués. L'aspect de maintenir une vision holistique dans l'articulation du développement d'un projet de construction prends ici toute son importance et a sans aucun doute un intérêt à être connu de tous.

De nouvelles recherches devraient être adressées à parfaire la méthode proposée dans le but d'augmenter la convivialité pour les gestionnaires. Plusieurs axes de recherches pourraient être envisagés afin d'aider au déploiement de la structure requise dans la détermination de la

problématique à résoudre sous forme hiérarchique. D'autres recherches pourraient être dirigées vers l'établissement de facteurs de risques en concordance avec la spécialité à exploiter. Également, la production de rapports synthétisant les résultats et les présentant en format uniforme et structuré, gagnerait en valeur ajoutée.

De nouvelles recherches seraient intéressantes, tout aussi, afin d'examiner si une telle méthode pourrait être poussée jusqu'à déterminer si des options telles « Go / No go » pourraient être intégrées à l'analyse.

Nous souhaitons qu'éventuellement, celle-ci puisse venir qu'à faire l'objet d'un rapprochement avec un système intelligent d'aide à la décision, afin d'apprendre de façon continue de nos expériences et de permettre d'en tirer des leçons pour le futur.

Bien évidemment, cette méthode ne doit pas être considérée comme exclusive. Elle peut être complétée par des méthodes exploratoires de type mathématique par exemple. Lesquelles demanderont à être validés et affinés, et alors des techniques quantitatives auront ici pleinement leur place. On peut en attendre une compréhension améliorée, cependant l'accessibilité tant souhaitée à la démocratisation pourrait s'en retrouver substantiellement réduite et limitée. Mais voilà, nous faisons face à nouveau à une situation dont un choix demeure encore à faire !

## **ANNEXE I**

### **LISTE DES ÉTABLISSEMENTS DONT LE VÉRIFICATEUR GÉNÉRAL A EXAMINÉ LES PROJETS**

Tableau-A I-1

Tiré de Vérificateur général du Québec (2006, p. 89)

- Résidence Riviera inc.
- Pavillon Ste-Marie
- Hôpital général du Lakeshore
- CHSLD des Deux-Rives
- Pavillon Centre hospitalier de l'Université Laval
- Centre d'hébergement et de soins de longue durée Vigi Reine-Élizabeth
- Hôtel-Dieu de Roberval
- Centre de services à la communauté (Gatineau)
- Résidence Le Foyer de Charlesbourg



## ANNEXE II

### CORRESPONDANCE DES PROCESSUS DE MANAGEMENT DE PROJET PAR RAPPORT AUX GROUPES DE PROCESSUS DE MANAGEMENT DE PROJET ET AUX DOMAINES DE CONNAISSANCES

Tableau-A II-1  
Tiré de Project Management Institute (2004)

Processus en relation avec un domaine de connaissance	Groupe de processus de démarrage	Groupe de processus de planification	Groupe de processus d'exécution	Groupe de processus de surveillance et de maîtrise	Groupe de processus de clôture
<b>4. Intégration du management de projet</b>	Élaborer la charte du projet 3.2.1.1 (4.1) Élaborer l'énoncé du contenu préliminaire du projet 3.2.1.2 (4.2)	Élaborer le plan de management du projet 3.2.2.1 (4.3)	Diriger et piloter l'exécution du projet 3.2.3.1 (4.4)	Surveiller et maîtriser le travail du projet 3.2.4.1 (4.5) Maîtrise intégrée des modifications 3.2.4.2 (4.6)	Clôre le projet 3.2.5.1 (4.7)
<b>5. Management du contenu du projet</b>		Planification du contenu 3.2.2.2 (5.1) Définition du contenu 3.2.2.3 (5.2) Créer la structure de découpage du projet 3.2.2.4 (5.3)		Vérification du contenu 3.2.4.3 (5.4) Maîtrise du contenu 3.2.4.4 (5.5)	
<b>6. Management des délais du projet</b>		Identification des activités 3.2.2.5 (6.1) Séquençement des activités 3.2.2.6 (6.2) Estimation des ressources nécessaires aux activités 3.2.2.7 (6.3) Estimation de la durée des activités 3.2.2.8 (6.4) Élaboration de l'échéancier 3.2.2.9 (6.5)		Maîtrise de l'échéancier 3.2.4.5 (6.6)	
<b>7. Management des coûts du projet</b>		Estimation des coûts 3.2.2.10 (7.1) Budgétisation 3.2.2.11 (7.2)		Maîtrise des coûts 3.2.4.6 (7.3)	
<b>8. Management de la qualité du projet</b>		Planification de la qualité 3.2.2.12 (8.1)	Mettre en œuvre l'assurance qualité 3.2.3.2 (8.2)	Mettre en œuvre le contrôle qualité 3.2.4.7 (8.3)	
<b>9. Management des ressources humaines du projet</b>		Planification des ressources humaines 3.2.2.13 (9.1)	Former l'équipe de projet 3.2.3.3 (9.2) Développer l'équipe de projet 3.2.3.4 (9.3)	Diriger l'équipe de projet 3.2.4.8 (9.4)	

**CORRESPONDANCE DES PROCESSUS DE MANAGEMENT DE PROJET PAR  
RAPPORT AUX GROUPES DE PROCESSUS DE MANAGEMENT DE PROJET ET  
AUX DOMAINES DE CONNAISSANCES (SUITE)**

<b>10. Management des communications du projet</b>		Planification des communications 3.2.2.14 (10.1)	Diffusion de l'information 3.2.3.5 (10.2)	Établissement du rapport d'avancement 3.2.4.9 (10.3) Manager les parties prenantes 3.2.4.10 (10.4)	
<b>11. Management des risques du projet</b>		Planification du management des risques 3.2.2.15 (11.1) Identification des risques 3.2.2.16 (11.2) Analyse qualitative des risques 3.2.2.17 (11.3) Analyse quantitative des risques 3.2.2.18 (11.4) Planification des réponses aux risques 3.2.2.19 (11.5)		Surveillance et maîtrise des risques 3.2.4.11 (11.6)	
<b>12. Management des approvisionnements du projet</b>		Planifier les approvisionnements 3.2.2.20 (12.1) Planifier les contrats 3.2.2.21 (12.2)	Solliciter des offres ou des propositions des fournisseurs 3.2.3.6 (12.3) Choisir les fournisseurs 3.2.3.7 (12.4)	Administration du contrat 3.2.4.12 (12.5)	Clôture du contrat 3.2.5.2 (12.6)

## **ANNEXE III**

### **LA GESTION DU RISQUE**

#### **L'identification du risque**

Ce processus est utilisé afin de repérer les risques susceptibles d'interférer avec les objectifs annoncés de l'organisation ou du projet de construction dans le cas qui nous intéresse. Mentionnons que l'identification des risques est un processus itératif (Project Management Institute, 2004) pouvant être maintenu vivant (Baccarini et Archer, 2001) tout au long du cycle de vie du projet, et ce, au gré des besoins ressentis par le projet. Le contexte et l'environnement d'un projet sont en évolution constante, il est donc possible que certaines situations génèrent des risques non identifiés initialement et nécessitent une attention particulière à un moment donné. À ce chapitre, l'implication de l'ensemble des parties prenantes est souhaitée ce qui comprend par exemple, en tout ou en partie, l'équipe de management des risques, l'équipe du management du projet, le client, le gestionnaire de projet, les professionnels, le sponsor, des experts, etc. Plusieurs approches, techniques et outils, sont utilisées permettant d'identifier les risques tels : le brainstorming, les check-lists, l'expérience, le jugement d'expert, la technique Delphes, des systèmes d'analyses, les interviews, les rencontres, les discussions, etc. Le résultat final à cette étape du processus du management des risques génère un registre qui contient une liste de risques qui servira, en tout ou en partie, aux prochaines étapes, dont celle touchant l'analyse des risques.

#### **L'analyse du risque**

Le point de départ de l'analyse des risques consiste à apprécier les risques qui ont été précédemment identifiés à l'étape de l'identification des risques et répertoriés dans un registre des risques par exemple. Le processus permet que d'autres risques s'ajoutent, soient adaptés, ou révisés en cours d'avancement. Ce processus est considéré ouvert, permettant entre autres une adaptation continuelle à son environnement et suggère sa démocratisation par la même occasion.

Plusieurs auteurs expriment le risque par le produit de la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable et de l'évaluation de l'impact de ce même événement indésirable. Selon le PMI (2004) ces variables peuvent être obtenues généralement soit par la mise en place d'une approche dite qualitative et quantitative, et ce, en fonction de plusieurs facteurs. De façon similaire, étant considéré comme une référence dans le domaine, la norme internationale AS/NZS 4360 (2004) donnant lieu au « Standard Risk Management » utilise une approche axée dite qualitative, semi-quantitative et quantitative. De façon générale, la finalité en soi demeure essentiellement la même.

Pour leurs parts, Baker et al. (1999) mentionnent que l'utilisation de l'approche qualitative et quantitative est bien présente dans certains domaines tels pétroliers et gaziers. Selon leur étude réalisée sur 100 entreprises en Grande-Bretagne, l'utilisation de l'approche qualitative

et quantitative compte pour près de 80 % des cas, alors que le 20 % restant privilégie que l'approche qualitative.

En substance l'analyse du risque consiste à hiérarchiser les risques déjà répertoriés et d'identifier aux mérites ceux qui suscitent attention et réponse. Bien entendu, la grande majorité des organisations ne possèdent certes pas le temps et les ressources suffisantes pour les traiter toutes (Baccarini et Archer, 2001), d'où la nécessité de les prioriser.

### **L'analyse qualitative**

Dans le processus établi par le PMI (2004) l'analyse qualitative se présente comme un pré-requis afin de procéder à l'analyse quantitative, si nécessaire. Précisons que l'objectif de ce processus est de prioriser les risques en fonction de leur importance et de les hiérarchiser afin de procéder soit à une analyse quantitative subséquemment ou en vue de procéder directement à leurs traitements. Pour ce faire, plusieurs facteurs peuvent entrer en jeux et être pris en considération au moment de l'appréciation des risques au niveau qualitatif. Voici, à titre d'exemple, quelques facteurs pris en considération selon le cas tels : les objectifs du projet, les échéances, les coûts, la tolérance aux risques, les impératifs spécifiques aux projets, la culture de l'entreprise, les contraintes, la fiabilité et la précision des informations en mains, etc. Le nombre de facteurs possible est trop nombreux et les énumérer tous serait assez fastidieux, de même que certains demeurent particuliers et spécifiques à chaque projet, ce dernier ayant par nature un trait d'unicité. L'appréciation est généralement axée sur les deux variables indépendantes suivantes : la probabilité d'occurrence du risque et l'impact du risque sur les objectifs du projet. Le résultat constitué par le produit de la probabilité d'occurrence et de l'impact du risque est habituellement classé par l'entremise d'une matrice indiquant leur degré (par exemple : élevé, modéré, faible) préalablement déterminé par l'organisation, et ce, en fonction de leur niveau de confort et la tolérance face aux risques. C'est à cette étape du processus que la tolérance et l'acceptabilité face aux risques sont exprimées par l'organisation.

Bien que propre à chaque organisation et sachant que le contexte et l'environnement d'un projet sont en évolution constante, pour Lowrance (1976) l'acceptabilité du risque peut être en lien avec la passivité, l'accoutumance à côtoyer constamment le danger, l'ignorance de la situation, la non-perception du danger, de nature culturelle, l'absence de perception d'alternative, etc. Comme le mentionne Denis (1998) le risque évolue dans le temps, notre perception change au fur et à mesure que l'information est bonifiée.

Plusieurs auteurs Kerzner (2006), Denis (1998) font état que la tolérance au risque peut varier dans le temps. Selon Kerzner (2006) on ne peut être à la fois « risk averter » et « risk taker » ce qui mènerait à des prises de décisions incohérentes.

En somme, l'analyse qualitative génère un registre mis à jour dont la liste de risques est hiérarchisée servant de condition préalable à la suite du processus. L'analyse qualitative des risques est bien souvent suffisante dans la pratique. Elle est la plus souvent utilisée, parce que

plus facile, plus rapide, moins dispendieuse. Cependant, l'étape subséquente de la démarche peut être soit l'analyse quantitative ou le traitement direct des risques, selon le cas.

### **L'analyse quantitative**

L'analyse quantitative est un processus du management des risques enchâssé dans le management du projet et est généralement subséquente à l'analyse qualitative, dont le but consiste en quelque sorte à chiffrer (évaluer) l'analyse des risques identifiés au chapitre de leurs effets sur l'objectif du projet. La plupart du temps, seuls les risques ciblés ayant une incidence marquée sur l'objectif du projet bénéficieront de ce processus. L'analyse qualitative sert donc d'analyse préliminaire à celui-ci.

L'analyse quantitative est habituellement réalisée avec l'utilisation des techniques telles que la simulation de Monte-Carlo et l'analyse par arbre de décision, la première de ces techniques permet par itération d'effectuer des calculs aidant à déterminer et évaluer les coûts et les délais. Alors que la seconde, se penche sur des scénarios aidés de choix et décisions alternatives.

Cette analyse mène généralement au processus de planification de réponses aux risques.

### **Planification de réponses aux risques**

Ce processus s'inscrit dans la suite du processus de l'analyse des risques tant au niveau qualitatif que quantitatif selon les cas. Ce processus est indispensable afin de prévoir des actions pouvant contrer d'une certaine façon, l'émergence des menaces exercées par les risques potentiels identifiés préalablement et susceptibles d'interférer avec les objectifs annoncés de l'organisation ou du projet de construction dans le cas qui nous intéresse. La réponse aux risques consiste généralement soit à éviter, transférer ou atténuer le risque (Project Management Institute, 2004). Pour Courtot (1998) les réponses types aux risques se font généralement, risque par risque, tout en misant essentiellement à supprimer ses causes, transférer, partager ou accepter le risque.

Selon Denis (1998), le risque sous-entend des conséquences négatives qui s'expriment en perte. Selon Moghissi (1985) (Cité dans Denis, 1998, p. 34) lors de l'évaluation, une conséquence grave d'un risque influence son évaluation même si sa probabilité est faible (exemple : le nucléaire). L'évaluation des conséquences des risques est en finalité exprimée, bien souvent, en coût via des mesures de mitigations qui permettent d'éliminer ou d'atténuer l'impact des risques. À ces coûts, peuvent s'ajouter ceux relatifs au niveau psychologique, social, et politique (Denis, 1998).

La planification de réponse aux risques mène généralement au processus de maîtrise et de suivi du risque, dont ce dernier demeure tout aussi essentiel dans le but d'observer l'effet et le cas échéant d'apporter les modifications nécessaires à la planification de réponse initiale en fonction des situations effectivement rencontrées.

**Maîtrise et suivi du risque**

Ce processus est en continuité de la planification de réponses aux risques. Dès qu'une option ou une stratégie de réponse est identifiée et appliquée à un risque qui se manifeste, il s'en suit une validation de l'efficacité de la réponse retenue et doit être ajusté aux besoins et aux circonstances réelles. Ce processus est maintenu vivant tout au long du cycle de vie du projet.

## ANNEXE IV

### DÉTAILS DES FACTEURS DE RISQUE GÉNÉRIQUES EN MODE DE GESTION DE PROJET

#### Facteur de risque technologique

Sous le facteur risque technologique se retrouvent les variables attribuables et en lien avec l'aspect technologique d'un projet. L'aspect technologique peut être utilisé ici au sens large, c'est-à-dire en tant que le livrable du projet ou reflété la nouveauté technologique en tant que telle. Précisons d'emblée que ces variables représentent un intérêt fortement marqué pour le développement et l'implantation de système d'information (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003). Ce facteur risque technologique est soutenu par un ensemble de sept variables sous-jacentes : Voir Tableau-A IV-1.

Tableau-A IV-1 Risque technologique et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau, Rivard et Barki (2003)

<b>Risque technologique</b>
Besoins de nouveau matériel
Besoins de nouveaux logiciels
Nombre de fournisseurs de matériel
Nombre de fournisseurs de logiciel
Nombre d'utilisateur en dehors de l'organisation
Niveau de performance de la technologie
Discontinuité technologique

#### Facteur de risque taille du projet

Sous le facteur taille du projet, sont réunies les variables qui concernent la taille et/ou l'étendue d'un projet. Le facteur taille fait référence à l'envergure des ressources requises afin de réaliser le livrable ainsi qu'à l'ampleur administrative nécessaire et associée au projet (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003). Ce facteur taille du projet est soutenu par un ensemble de sept variables sous-jacentes : Voir Tableau-A IV-2.

Tableau-A IV-2 Taille du projet et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau, Rivard et Barki (2003)

<b>Taille du projet</b>
Nombre de personnes sur l'équipe
Grandeur relative du projet
Diversité sur l'équipe
Nombre d'utilisateurs dans l'organisation
Nombre d'utilisateur en dehors de l'organisation
Nombre de niveaux hiérarchiques occupés par les utilisateurs
Durée du projet

### **Facteur de risque expérience et expertise**

Le facteur expérience et expertise repose sur quatre variables associées à l'expérience et l'expertise des différents intervenants impliqués dans un projet, c'est-à-dire : l'équipe de projet, les agents externes, le client et l'équipe de direction (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003) : *Voir* Tableau-A IV-3.

Tableau-A IV-3 Expérience et expertise et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau, Rivard et Barki (2003)

<b>Expérience et expertise</b>
Expérience et expertise des membres de l'équipe de projet
Expérience et expertise des contractants/agents externes/intervenants externes
Expérience et expertise du client
Expérience et expertise de l'équipe de direction du projet

### **Facteur de risque complexité du livrable**

Sous le facteur complexité du livrable sont regroupées trois variables touchant la complexité technique du livrable du projet ainsi que l'ensemble des autres livrables produits en cours de projet (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003) : *Voir* Tableau-A IV-4.



Tableau-A IV-4 Complexité du livrable et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau, Rivard et Barki (2003)

<b>Complexité du livrable</b>
Complexité technique
Nombre de liens avec les systèmes existants
Nombre de liens avec les systèmes futurs

### **Facteur de risque environnement organisationnel**

Le facteur environnement organisationnel regroupe les variables au niveau organisationnel en lien avec le livrable ou l'équipe, qui peuvent affecter le projet (Aubert et Bernard, 2004). Ce facteur risque environnement organisationnel est soutenu par un ensemble de cinq variables sous-jacentes : *Voir* Tableau-A IV-5.

Tableau-A IV-5 Environnement organisationnel et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau, Rivard et Barki (2003)

<b>Environnement organisationnel</b>
Étendue des changements
Insuffisance des ressources
Harmonie dans le projet (conflits)
Manque de clarté dans la définition des rôles
Complexité des tâches

### **Facteur de risque complexité du projet**

Sous le facteur complexité du projet sont regroupées les variables en lien avec les caractéristiques de l'ensemble du projet ou du livrable ne se retrouvant pas sous l'emprise des membres de l'équipe (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003). Ce facteur complexité du projet est soutenu par un ensemble de cinq variables sous-jacentes : *Voir* Tableau-A IV-6.

Tableau-A IV-6 Complexité du projet et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau, Rivard et Barki (2003)

<b>Complexité du projet</b>
Conditions physiques reliés au site (géologie, hydrologie, géographie, etc.)
Présence ou utilisation de matières dangereuses
Préoccupations reliées à la santé et à la sécurité
Difficultés à rencontrer les obligations et les exigences légales
Présence de plusieurs groupes d'intérêts

### **Facteur de risque caractéristique des agents externes**

Sous ce facteur caractéristiques des agents externes sont regroupées les variables autres que l'expérience et l'expertise des agents externes (Aubert et Bernard, 2004). Ce facteur risque caractéristique des agents externes est soutenu par un ensemble de trois variables sous-jacentes : *Voir* Tableau-A IV-7.

Tableau-A IV-7 Caractéristiques des agents externes et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau, Rivard et Barki (2003)

<b>Caractéristiques des agents externes</b>
Stabilité financière des agents externes
Efficacité des agents externes
Niveau de dépendance par rapport aux agents externes

### **Facteur de risque conditions exogènes**

Le facteur conditions exogènes regroupe les caractéristiques associées aux conditions de l'environnement externe au projet (Bourdeau, Rivard et Barki, 2003) dépassant les frontières de l'organisation. Ce facteur conditions exogènes du projet est soutenu par un ensemble de sept variables : *Voir* Tableau-A IV-8.

Tableau-A IV-8 Conditions exogènes et ses variables sous-jacentes  
Adapté de Bourdeau, Rivard et Barki (2003)

<b>Conditions exogènes</b>
Risques politiques
Risques économiques et financiers
Risques de marché
Risques sociaux/domestiques
Forces majeures/Météorologie
Environnement légal/restrictions légales/obligations légales
Risques écologiques/environnementaux

## ANNEXE V

### CONDITIONS PRÉALABLES AUX SUCCÈS DANS LES PROJETS MAJEURS

- **good positive client, parent company and senior management attitudes, inter-relationships and commitment**
- **comprehensive and clearly communicated project definition**
  - prefeasibility, feasibility and design study phases carried out in an orderly fashion with meticulous thoroughness
  - objectives related to participants
  - clarity not forced prematurely
  - premature over-commitment to project avoided
  - magnitude of task properly recognized
  - the project organized appropriately
- **good planning, clear schedules and adequate back-up strategies**
  - the broad "systems" aspects of the project recognized
  - the project definition phased and developed as appropriate
  - sub-objectives identified, assessed and developed clearly
  - full account taken of phasing, logistics, geophysical uncertainties, environmental problems and the relationship between design and production
  - back-up strategies prepared for high risk areas
- **good design/technology management, especially where there is technical uncertainty or complexity**
  - the extent to which R & D is completed recognized as affecting the accuracy of the estimate
  - design tested adequately before final project commitment is made
  - interface management recognized as important where there are significant interdependencies
  - replication wherever possible
  - design "frozen" once agreed
  - switching design authority during different phases of project avoided
  - attention paid to detail
- **concurrency avoided where possible**
- **effects of external factors on definitions of project success properly recognized (eg prices, regulation, technical developments, government/corporate changes)**
- **full cognizance given to the potentially harmful effects of urgency**
- **political support obtained**
  - requisite sponsorship available

- political support for necessary management actions
- nationalist aspirations constrained
- **community factors properly considered and controlled**
- **full financial analysis of all project risks undertaken**
  - sponsors interested in success of project per se
  - availability of funding appraised in relation to perceived success of project at key review points
- **the project organization appropriate to the size, complexity and urgency of the project**
- **innovations in contract strategy considered where appropriate (ie design/production organization, form of contract, entry point of contractor, form of competitive bidding)**
  - contractors sufficiently experienced for the task
  - bid preparation time adequate
  - contractors made financially responsible for their performance as far as possible, though not unfairly penalized for factors outside their control
- **benefits of interference by owners in execution of contracts carefully assessed**
- **firm, effective leadership and management from the outset**
  - one person (or group) in overall charge, with strong overall authority
- **effective team working**
  - competent personnel
  - teams' aims integrated with the project's
- **communications excellent**
- **resources adequate**
- **labour practices consistent amongst and between contractors**
  - site labour agreements considered
- **project controls highly visible, simple and "friendly"**
- **full recognition given to quality assurance and auditing**
- **recognition at all times that projects are built by people, none of whom are perfect**

Source : Morris et Hough (1986, pp. 245-246)

# ANNEXE VI

## FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS DANS UN PROJET D'IMPLANTATION

Martin (1976)	Locke (1984)	Cleland and King (1983)	Sayles and Chandler (1971)	Baker, Murphy, Fisher (1983)
Define goals	Make project commitments known	Project summary	Project manager's competence	Clear goals
Select project organizational philosophy	Project authority from the top	Operational concept	Scheduling	Goal commitment of project team
General management support	Appoint competent project manager	Top Management support	Control systems and responsibilities	On-site project manager
Organize and delegate authority	Set up communications and procedures	Financial support	Communication	Adequate funding to completion
Select project team	Set up control mechanisms (schedules, etc.)	Logistic requirements	Monitoring and feedback	Adequate project team capability
Allocate sufficient resources	Progress meetings	Facility support	Continuing involvement in the project	Accurate initial cost estimates
Provide for control and information mechanisms		Market intelligence (Who is the client?)		Minimum start-up difficulties
Require planning and review		Project schedule		Planning and control techniques
		Executive development and training of personnel		Task (vs. social) orientation
		Manpower and organization		Absence of bureaucracy
		Information and communication channels		
		Project review		

Source : Pinto (1986)

## ANNEXE VII

### FACTEURS DE SUCCÈS ET LEURS DÉFINITIONS

1. Project Mission - Initial clearly defined goals and directions.
2. Top Management Support - Willingness of top management to provide the necessary resources and authority/power for project success.
3. Project Schedule/Plan - A detailed specification of the individual action steps required for project implementation.
4. Client Consultation - Communication, consultation, and active listening to all impacted parties.
5. Personnel - Recruitment, selection and training of the necessary personnel for the project team.
6. Technical Tasks - Availability of the required technology and technical steps to accomplish the specific technical action steps.
7. Client Acceptance - The act of "selling" the final project to its ultimate intended users.
8. Monitoring and Feedback - At each stage of the implementation, comprehensive control information is provided in a timely fashion.
9. Communication - The provision of an appropriate network and necessary data to all key actors in the project implementation.
10. Trouble-Shooting - Ability to handle unexpected crises and deviations from plan.

Source : (Pinto et Slevin, 1988, p. 76)

## ANNEXE VIII

### FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS SELON PLUSIEURS AUTEURS

Auteurs	Facteurs critiques de succès
Cleland et King (1983)	Sommaire du projet Concept opérationnel Support de la haute direction Support financier Besoins logistiques Support de facilité Échéancier du projet Développement des cadres et formation du personnel Main-d'œuvre et organisation Acquisition Information et canaux de l'information Revue de projet
Baker, Murphy et Fisher (1988)	Engagement de l'équipe de projet envers les buts Gestionnaire de projet sur place Fonds adéquats pour finaliser le projet Projet adéquat pour la capacité de l'équipe Coût initial réaliste Difficultés au démarrage au minimum Planification et techniques de contrôle Orientation vers la tâche Absence de bureaucratie
Locke (1984)	Mise en place de projet avec des engagements connus Autorité du projet venant de la haute direction Nomination d'un gestionnaire de projet compétent Mise en place de procédures et la communication Mise en place de mécanismes de contrôle (planification...) Rencontres d'évaluation continue ou de suivi



Auteurs	Facteurs critiques de succès
Ashley, Luire et Jaselskis (1987)	Management, organisation et communication Capacité et expérience du gestionnaire de projet Autorité et influence du gestionnaire de projet Présence du gestionnaire sur les lieux Engagement du gestionnaire de projet Participation du gestionnaire de projet Participation de l'équipe de projet aux décisions Atmosphère de l'équipe de projet Revue de l'équipe de projet Orientation vers les buts et la motivation de l'équipe de projet Adaptation de l'équipe de projet Expériences et capacités de l'équipe de projet Maintien des membres de l'équipe de projet Formation de l'équipe de projet Relation avec l'entrepreneur Participation et enthousiasme de l'entrepreneur. Ampleur et planification Processus de sélection du projet Projet public vs projet privé Importance du projet et exposition Présélection des fournisseurs Efforts de planification Définition de l'envergure et du travail Objectifs du projet Influence de la construction sur le design Coût estimé du projet Sous-traitants Entrepreneurs locaux. Contrôle Systèmes de contrôle Sécurité Systèmes de suivi Réunions de suivi Procédures standard. Environnement économique, politique et social Environnement légal et politique Relations publiques Identification des risques et management. Technique Avance technologique et innovation Incertitudes techniques Interfaces design/ management

Kerzner (1987)	Compréhension au niveau de l'entreprise de la gestion de projet Engagement de la haute direction en gestion de projet Adaptabilité organisationnelle Sélection de critère du gestionnaire de projet Style de leadership du gestionnaire de projet Engagement à une planification et au contrôle.
Freeman et Beale (1992)	Variables exogènes au projet Technologie Environnement / localisation Taille / durée Propriété / parrainage. Variables exogènes à l'équipe de projet Clarté des objectifs Risque / protection contre les risques Support de la direction générale de l'organisation Allocation des ressources Mécanismes de liaisons Marché du travail/ climat des relations industrielles Variables endogènes Structure organisationnelle du projet Habilités et expérience du gestionnaire de projet Habilités et expérience de l'équipe de projet Systèmes et procédures de l'organisation
Belassi et Tukel (1996)	Facteurs reliés au projet Dimension du projet Valeur du projet Activités non standardisées Densité du réseau de projet Cycle de vie du projet Urgence Facteurs reliés au gestionnaire et à l'équipe de projet Compétence à négocier, à coordonner, et à déléguer Perception de son rôle Engagement Membres de l'équipe (formation technique, communication, résolution de problèmes, engagement) Facteurs reliés à l'organisation Support de la direction générale Structure organisationnelle Support des gestionnaires fonctionnels Leader du projet Facteurs reliés à l'environnement Environnement politique, social et technologique Nature Client Compétiteurs et sous-traitants

Source : Ramonjavelo (2007, pp. 264-266)

## **ANNEXE IX**

### **AXIOMES ET PRINCIPES DIRECTEURS DE LA MÉTHODE AHP**

#### **Les axiomes de la méthode AHP**

Quatre axiomes gouvernent la méthode AHP. Le premier axiome concerne la comparaison réciproque. Si  $A_i$  domine  $x$  fois  $A_j$ ,  $A_j$  domine alors  $A_i$   $1/x$  fois. Le second axiome concerne l'homogénéité, dans le sens que leur dominance se base sur une même échelle de comparaison. Le troisième axiome se rapporte à l'indépendance des poids des critères les uns envers les autres dans la hiérarchie. Le quatrième axiome fait état d'une hiérarchie supposée complète en vue d'une prise de décision (Arslan, 2009).

#### **Premier principe directeur**

Le premier principe directeur consiste à construire les hiérarchies et sous-hiérarchies, c'est-à-dire de fractionner le système complexe en structures simples. Cette simplification est rendue possible en utilisant des moyens logiques qui visent la construction des hiérarchies fonctionnelles désirées (Saaty, 1984). Il est primordial et judicieux de voir à intégrer tous les détails significatifs et les éléments homogènes qui semblent nécessaires à la compréhension du problème et appelés à supporter les hypothèses de solutions, que sont en finalité les alternatives identifiées. Selon Saaty (1984), il est possible de trouver des hiérarchies types, mais cependant, il indique qu'il n'existe pas vraiment de formule spécifique et unique permettant de structurer les éléments et ainsi établir une hiérarchie représentative. Il soutient plutôt que cela tient plus de l'art que de la science en soi.

Considérant ces propos, le décideur est donc tenu de détenir une connaissance très approfondie du système et du problème à résoudre. L'apport de son expérience devient tout aussi un élément essentiel et même incontournable dans le cadre de la recherche du succès de cette démarche. La Figure-A IX-1 montre une représentation typique de la forme que peut prendre une structure de la hiérarchie mise en place pour refléter une hypothèse de résolution de problème, selon la méthode AHP.

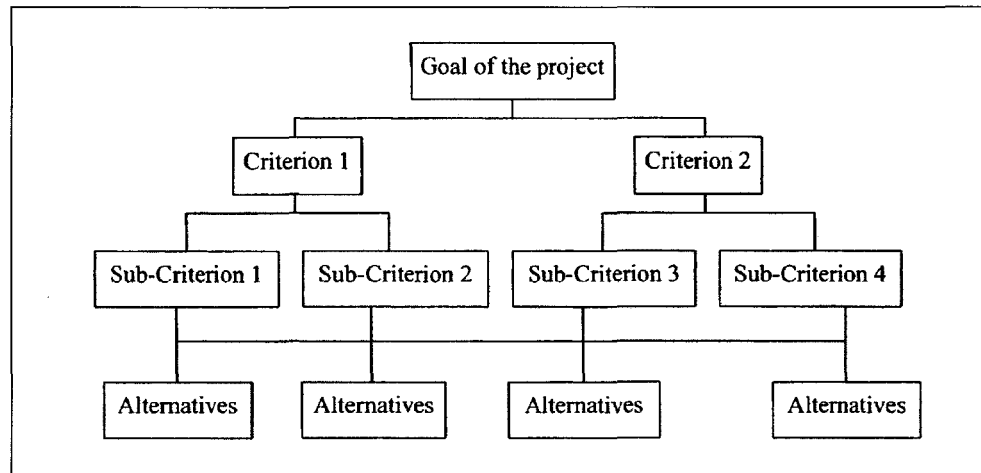


Figure-A IX-1 Une structure hiérarchique typique AHP.

Adaptée de Mafakheri (2006, p. 16)

Comme montré à la Figure-A IX-1, une structure arborant la hiérarchie d'un problème comporte généralement au moins trois niveaux soit : l'objectif, les critères et les alternatives (Liberatore et Nydick, 1997; Vaidya et Kumar, 2006). Généralement l'objectif se trouve situé au sommet de la hiérarchie, chapeautant le système. L'objectif exprime le résultat recherché. Quant aux critères, ceux-ci composent le corps de la hiérarchie. Selon le besoin de détails recherchés, les critères peuvent être éclatés en sous-critères afin que l'on atteigne le niveau souhaité de modélisation de la structure du problème à exprimer. Quant aux alternatives celles-ci se retrouvent au bas de la hiérarchie, et sont appréciées par tous les critères situés au niveau supérieur.

Nous tenons à préciser ici qu'en ce qui concerne le nombre d'éléments pouvant être traité, c'est-à-dire comparé entre eux, Miller (1956) suggère d'en limiter leur nombre. En effet, les résultats des expériences du psychologue George Miller indiquent que les gens (tels que les joueurs d'échec) peuvent composer simultanément avec seulement quelques éléments, soit avec sept, plus ou moins deux. Au-delà de ce nombre, les gens deviennent confus et ne peuvent plus manipuler convenablement les informations (Saaty, 1990). En ce sens, dans ce mémoire nous prenons en compte ces résultats en respectant la limite supérieure de notre capacité à traiter simultanément l'information sur les éléments en interactions, et ce, par souci de conserver une précision fiable et valide.

## Second principe directeur

Le second principe directeur consiste à établir les priorités entre deux éléments en fonction de leur importance relative, c'est-à-dire de procéder à la comparaison par paires de tous les éléments du même niveau hiérarchique en respect de l'élément (objectif, critère, sous-critère) présent au niveau supérieur. Les comparaisons sont opérées pour tous les éléments des hiérarchies en procédant du haut vers le bas (*top-down*). Chaque comparaison permet alors de traduire et quantifier le jugement du décideur en valeur numérique absolue en se référant à l'échelle de Saaty (2004) montrée à la Figure-A IX-2.

<i>Intensity of Importance</i>	<i>Definition</i>	<i>Explanation</i>
1	Equal importance	Two activities contribute equally to the objective
2	Weak or slight	
3	Moderate importance	Experience and judgment slightly favor one activity over another
4	Moderate plus	
5	Strong importance	Experience and judgment strongly favor one activity over another
6	Strong plus	
7	Very strong or demonstrated importance	An activity is favored very strongly over another; its dominance demonstrated in practice
8	Very, very strong	
9	Extreme importance	The evidence favoring one activity over another is of the highest possible order of affirmation
Reciprocals of above	If activity <i>i</i> has one of the above nonzero numbers assigned to it when compared with activity <i>j</i> , then <i>j</i> has the reciprocal value when compared with <i>i</i>	A reasonable assumption
Rationals	Ratios arising from the scale	If consistency were to be forced by obtaining <i>n</i> numerical values to span the matrix

Figure-A IX-2 Échelle fondamentale des nombres absolus.  
Tirée de Saaty (2004, p. 6)

L'échelle fondamentale des nombres ordinaux s'étend de 1 à 9. Le jugement obtenant la valeur 1 correspond à « les deux critères sont d'importance égale » et celui obtenant 9 correspond à « le critère A est extrêmement plus important que le critère B ».

Ces valeurs numériques sont introduites et servent à développer la matrice correspondante, de dimension  $n \times n$ . Le nombre de comparaisons nécessaires afin de compléter chaque matrice, à un niveau donné, est en lien avec le nombre de facteurs (éléments)  $n$  à comparer à ce même niveau donné. Ce nombre peut être calculé avec l'équation (7.1) pour  $n > 2$ .

$$\text{Nombre de comparaison} = n(n-1)/2 \quad (7.1)$$

Il est apparu rapidement que certains problèmes à résoudre peuvent amener à devoir réaliser une quantité exorbitante de comparaisons par paires dans l'ensemble de toutes les hiérarchies. Sans contredit, cela engendre une grande sollicitation mentale pour le décideur. Or, cette situation peut-être perçue comme un désavantage (Arslan, 2009) à l'utilisation de la méthode AHP. Toutefois, quelques auteurs, tels Millet et Harker (1990) ont proposé une réduction de l'effort sur la base d'une technique appelée « Incomplete Pairwise Comparaison (IPC) » développée par Harker (1987). Nous soulignons que cette économie en termes de

nombre de comparaisons tenues de faire par le décideur, ne sera pas abordée dans ce mémoire.

Pour l'ensemble des critères  $C_i \dots C_j \dots C_n$  considérée, la comparaison par paires est exprimée en tenant compte du poids ( $w_i$ ) de chaque critère par  $C_i$  sur  $C_j$  et donne le rapport d'intensité  $w_i / w_j$ . Une fois tous les critères comparés entre eux, et la matrice de comparaisons par paires remplie, celle-ci est normalisée par colonne respective afin de déterminer le vecteur propre (« eigenvector ») de la matrice. La synthétisation des appréciations, correspondant aux vecteurs propres de chaque matrice, conduit alors à générer les priorités globales relatives et à agréger les alternatives retenues. Voici une représentation typique d'une matrice de comparaison générée selon la méthode AHP : Voir la matrice (7.2).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1i} & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & \dots & a_{ii} & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ a_{j1} & \dots & a_{ji} & a_{jj} & \dots & a_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{ni} & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (7.2)$$

Où :  $a_{ij} = w_i / w_j$   
 $a_{ii} = 1$

Une fois les jugements verbaux établis deux à deux, les valeurs numériques correspondantes sont ensuite reprises et introduites dans la matrice de comparaison, qui est nécessairement symétrique. On obtient alors la matrice suivante, à titre d'exemple : Voir Figure-A IX-3.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 3 & 4 & 6 \\ 1/7 & 1 & 1/4 & 1/4 & 1/3 \\ 1/3 & 4 & 1 & 2 & 4 \\ 1/4 & 4 & 1/2 & 1 & 3 \\ 1/6 & 3 & 1/4 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

Figure-A IX-3 Représentation numérique des jugements verbaux.  
 Tirée de Forman et Selly (2001, p. 74)

Par la suite, le poids associé à chaque critère ( $C_i \dots C_j \dots C_n$ ) doit être déterminé en effectuant la normalisation par colonne avec l'opération mathématique suivante : Voir équation (7.3) tel que présentée par Cherqui (2005).

$$W = \begin{bmatrix} \frac{\frac{a_{11}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{1i}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}}}{n} \\ \dots \\ \frac{\frac{a_{i1}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{ii}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{in}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}}}{n} \\ \dots \\ \frac{\frac{a_{n1}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{ni}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{nn}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}}}{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{l=1}^n \left[ \frac{a_{1l}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}} \right]}{n} \\ \dots \\ \frac{\sum_{l=1}^n \left[ \frac{a_{il}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}} \right]}{n} \\ \dots \\ \frac{\sum_{l=1}^n \left[ \frac{a_{il}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}} \right]}{n} \end{bmatrix} \quad (7.3)$$

Où  $W=(w_1 \dots w_i \dots w_n)$  représente le vecteur des coefficients de pondération.

Où chaque coefficient  $w_i$  est calculé par l'équation (7.4) tel que présenté par Cherqui (2005) dont la somme doit nécessairement être égale à 1.

$$w_i = \frac{\sum_{l=1}^n \left[ \frac{a_{il}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}} \right]}{n} \quad (7.4)$$

### Troisième principe directeur

Le troisième principe directeur consiste à vérifier et s'assurer de la consistance des appréciations faites au moment d'établir les comparaisons par paires. Laquelle n'est pas

acquise de façon systématique. À cet effet, les réponses obtenues présentent souvent un certain degré d'incohérence. Sachant que la méthode AHP n'exige pas que les jugements soient entièrement cohérents et transitifs, un indice de cohérence (CI) permet de vérifier si les poids attribués aux critères sont acceptables. D'ailleurs, cela est connu, les décideurs répondent souvent de façon inconsistante aux questions qui leur sont posées alors qu'une des tâches importantes de la méthode AHP, c'est justement de calculer le niveau de cohérence du vecteur estimé (Cheng et Li, 2001; Saaty, 2003).

Les vecteurs  $[\lambda'_1 \dots \lambda'_i \dots \lambda'_n]$  et  $[\lambda_1 \dots \lambda_i \dots \lambda_n]$  sont alors défini comme suit : Voir équation (7.5) tel que présentée par Cherqui (2005).

$$\begin{bmatrix} \lambda'_1 \\ \dots \\ \lambda'_i \\ \dots \\ \lambda'_n \end{bmatrix} = \sum_{k=1}^n w'_k * \begin{bmatrix} a_{1k} \\ \dots \\ a_{ik} \\ \dots \\ a_{nk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} \\ \dots \\ a_{1i} \\ \dots \\ a_{1n} \end{bmatrix} w'_1 + \dots + \begin{bmatrix} a_{i1} \\ \dots \\ a_{ii} \\ \dots \\ a_{in} \end{bmatrix} w'_i + \dots + \begin{bmatrix} a_{n1} \\ \dots \\ a_{ni} \\ \dots \\ a_{nn} \end{bmatrix} w'_n \quad (7.5)$$

Et

$$\lambda_i = \frac{\lambda'_i}{w'_i} \quad (7.6)$$

Puis

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n} \quad (7.7)$$

Dans la mesure où le décideur est parfaitement cohérent, la valeur de la cohérence est égale aux nombres de critères comparés. L'apparition d'un écart important par rapport à la valeur cohérente parfaite, qui correspond à  $n = \lambda_{\max}$ , peut signifier la nécessité de revoir les jugements rendus précédemment en cours de processus (Forman et Selly, 2001; Saaty et Ozdemir, 2003). La vérification de la cohérence des jugements nécessite d'abord de calculer l'indice de cohérence (CI). Le CI d'une matrice  $n \times n$  est calculé par l'équation (7.8)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7.8)$$

Où  $\lambda_{\max}$  représente la valeur propre maximale correspondant à la matrice des comparaisons par paires et  $n$  correspond à la taille de la matrice. Il est à noter que la valeur de CI doit être  $\geq 0$ . Lorsque la valeur de CI est petite, le degré de consistance augmente, et vis et versa.

Une évaluation est considérée parfaite, de la part du décideur, lorsque ce dernier juge parfaitement les options donnant alors  $n = \lambda_{\max}$ . Mais dans la réalité une certaine incohérence est acceptée, afin qu'une évaluation puisse être jugée acceptable de la part du décideur, il est



nécessaire que la valeur de  $\lambda_{max}$  demeure près de  $n$ . Le ratio de cohérence (CR) peut alors être calculé en appliquant l'équation (7.9) suivante :

$$CR = CI / RI \quad (7.9)$$

Où CI est l'indice de cohérence de la matrice et RI est l'indice de cohérence aléatoire théorique déterminé par simulation pour des matrices de même taille. La valeur de l'indice RI peut être prise dans une table produite par Saaty (2004) sur la base d'une simulation comptant 50 000 itérations pour des matrices d'ordre de 1 à 10; Voir Tableau-A IX-1.

Tableau-A IX-1 Indice de cohérence aléatoire (RI)  
Tiré de Saaty (2004)

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cohérence aléatoire (RI)</i>	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

En général, le CR est considéré comme acceptable lorsque sa valeur est égale ou inférieure à 0.10. Or, d'après Forman et Selly (2001) cela n'est pas une règle absolue en soi, mais demeure plutôt un indicateur. Dans le cas contraire, la révision des appréciations est nécessaire, jusqu'à la satisfaction du décideur. Une cohérence de zéro n'est cependant pas souhaitable, puisque cela pourrait laisser croire à une transgression de l'expression du décideur au profit de la recherche de l'indice parfait, ce qui ferait état de la caducité de l'exercice même. En quelque sorte, ce ratio de cohérence peut être vu comme la probabilité que la matrice puisse être complétée de façon aléatoire.

Ce troisième principe directeur détient un caractère primordial relié à l'éloquence de la puissance révélée de cette méthode dont le moteur consiste à effectuer essentiellement des comparaisons binaires. La vérification de la cohérence permet en finalité de s'assurer, en quelque sorte, que les jugements ne sont pas de natures arbitraires ou aléatoires (Cheng et Li, 2001; Saaty, 2005). Rappelons que la méthode AHP se révèle être la seule méthode proposant au décideur la possibilité de vérifier la cohérence des coefficients de pondération attribuée à chaque critère (Cherqui, 2005). Au même titre que le principe précédent, celui-ci représente une partie de l'assise associée à la puissance de cette méthode d'analyse. Ainsi, le sentiment de confort et de confiance qui se dégage du processus de choix de l'alternative, par le décideur, constitue le leitmotiv de cette méthode (AHP). Cette puissance conférée à cette méthode repose et est dépendante, il va sans dire, également sur la qualité des informations utilisées.

## ANNEXE X

### EXEMPLE D'APPLICATION D'UN PROBLÈME D'AIDE MULTICRITÈRE À LA DÉCISION PAR L'ENTREMISE DU PROGICIEL EXPERT CHOICE

Cet exemple d'application de la méthode AHP utilise le progiciel EC en version d'essai. L'utilisation de deux outils, tableur Excel et EC, montre que les résultats obtenus au niveau des classifications des critères sont identiques. En ce qui concerne les résultats numériques, une différence est constatée, ce que nous ne tenterons pas d'expliquer ici. Cependant, le recours à l'application EC demeure reconnu et privilégié.

Dans le cadre d'un programme d'attribution des budgets complémentaires en maintien d'actif, un gestionnaire doit procéder à l'examen de quatre projets qui lui sont présentés par un établissement. Étant donné que les ressources financières sont limitées, un seul projet sera retenu et pourra bénéficier de l'octroi d'une subvention. Celui-ci devra faire l'analyse de l'ensemble des projets présentés en fonction des critères retenus et établis au niveau régional. Pour ce faire, il est décidé que l'analyse sera effectuée avec l'aide du progiciel EC, utilisant la méthode AHP afin de sélectionner le meilleur projet admissible au programme.

Dans un premier temps, la problématique à résoudre est décomposée en ses éléments en vue d'établir la structure de la hiérarchie. Nous pouvons voir à la Figure-A X-1 la structure de la hiérarchie développée par le gestionnaire sur trois niveaux comme suit :

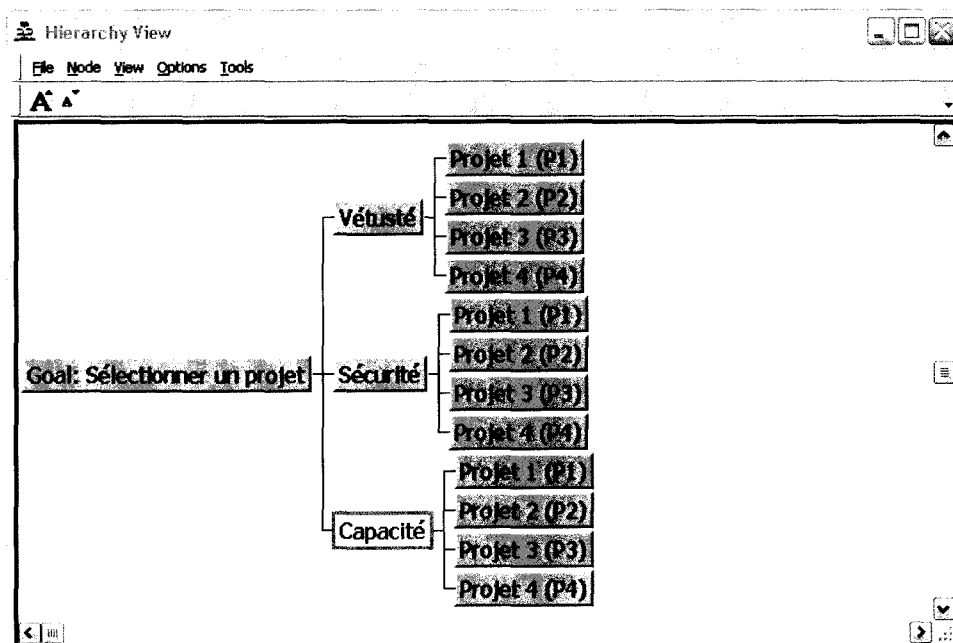


Figure-A X-1 Structure hiérarchique complète du problème.  
Résultat du progiciel Expert Choice

Les comparaisons par paires sont effectuées, au deuxième niveau, entre chaque critère vétusté, sécurité et capacité en respect du but, qui est de sélectionner un projet : Voir Figure-A X-2.

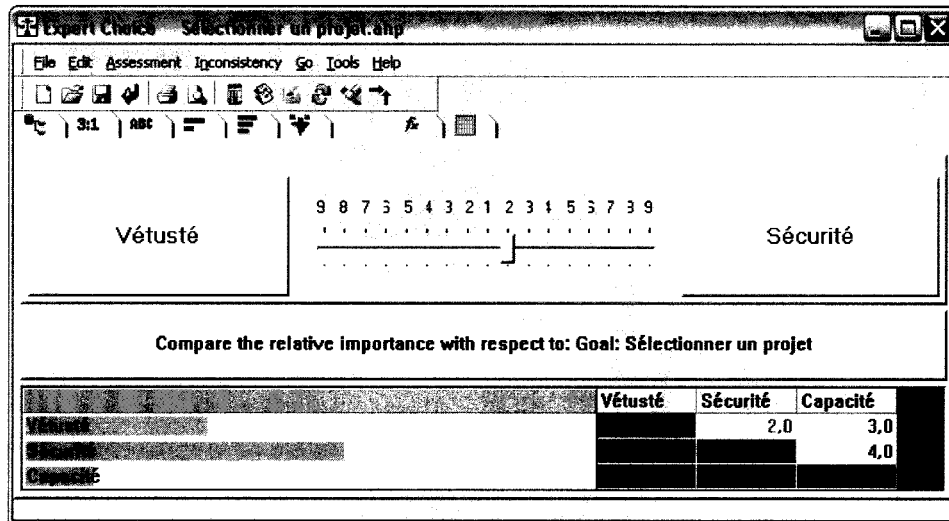


Figure-A X-2 Comparaisons par paires numérique.  
Résultat du progiciel Expert Choice

Suite aux comparaisons, déterminant les importances relatives entre les critères, nous obtenons les priorités, ainsi que le vecteur propre de la matrice. Le résultat du calcul de la cohérence des jugements montre une incohérence des jugements acceptable de 0,02 : Voir Figure-A X-3.

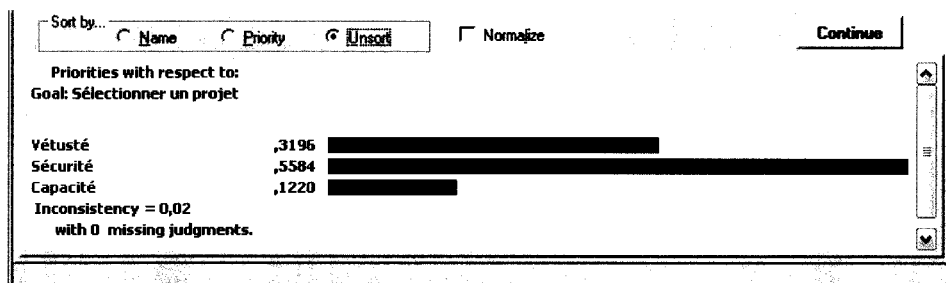


Figure-A X-3 Priorités des critères en regard de l'objectif.  
Résultat du progiciel Expert Choice

Les alternatives, que sont les 4 projets, sont à leur tour comparées entre eux par paires en regard des critères qui leur sont immédiatement supérieurs. Voici deux autres façons de

réaliser les comparaisons par paires dans le respect des critères vétusté et sécurité montrés à la Figure-A X-4 et Figure-A X-5.

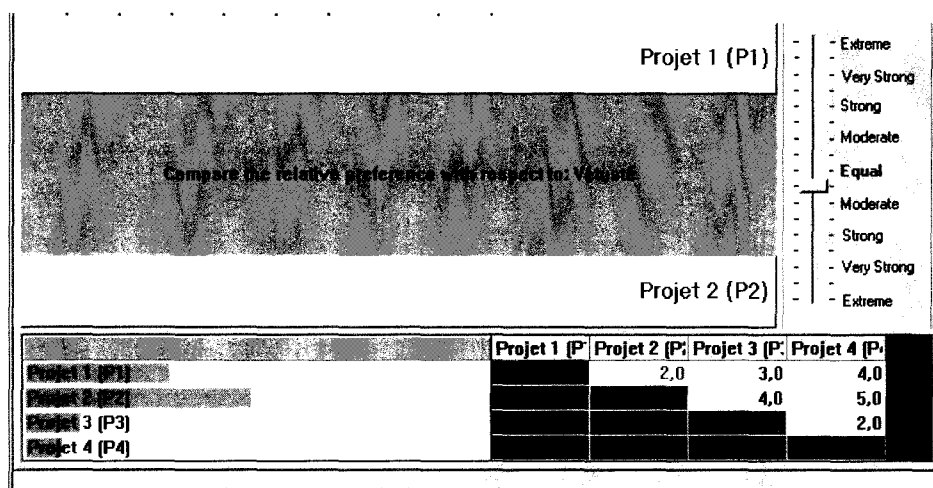


Figure-A X-4 Comparaison verbale en respect de la vétusté.  
Adaptée du progiciel Expert Choice

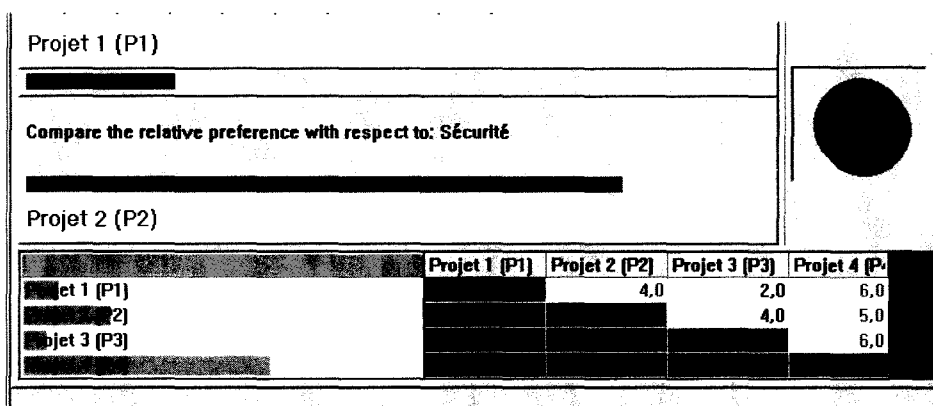


Figure-A X-5 Comparaison graphique en respect de la sécurité.  
Résultat du progiciel Expert Choice

La figure Figure-A X-5 montre le résultat de la comparaison des alternatives en regard du critère sécurité, et représente le vecteur propre de la matrice. Le résultat du calcul de la cohérence des jugements montre une incohérence des jugements acceptable de 0,09.

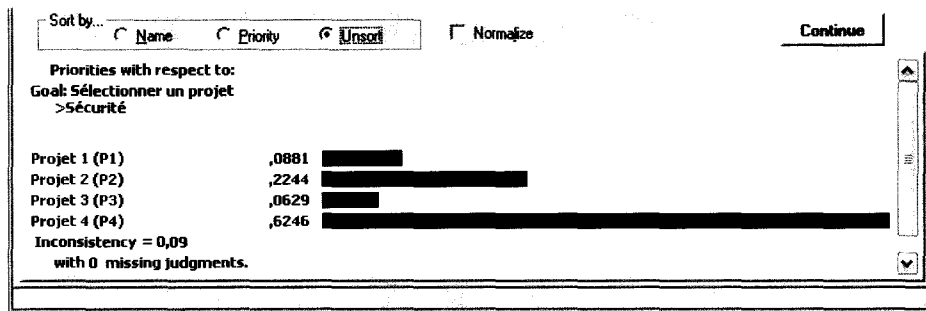


Figure-A X-6 Vecteur propre (Eigenvector) du critère sécurité.  
Résultat du progiciel Expert Choice

La figure Figure-A X-7 montre la performance relative des alternatives résultant de la prise en compte de tous les vecteurs propres des matrices de comparaisons en regard du but initial, qui est de sélectionner un projet. Le résultat du calcul de la cohérence des jugements montre une bonne transitivity des jugements, avec une incohérence globale des jugements acceptables de 0,05.

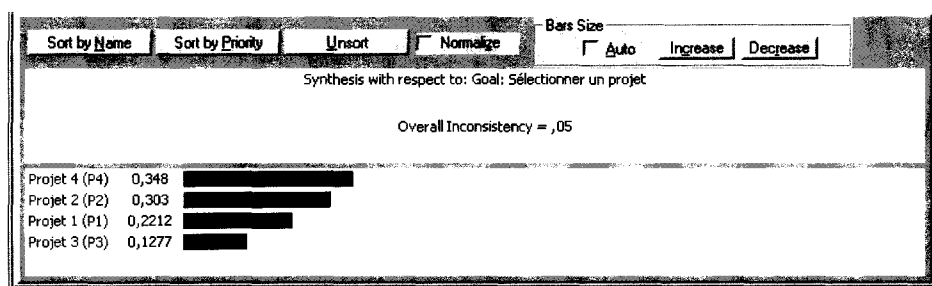


Figure-A X-7 Vecteur propre (Eigenvector) des alternatives.  
Résultat du progiciel Expert Choice

L'agrégation des alternatives place le projet 4 au premier rang et les projets 2, projet 1 et le projet 3 au deuxième, troisième et quatrième rang respectivement. Le projet 4 est alors choisi dans cet exemple.

## ANNEXE XI

### AUTEURS AYANT TRAITÉS DU RÉSULTAT INDÉSIRABLE

<b>Résultats indésirables</b>	<b>Auteurs ayant traités du résultat indésirable</b>
<b>Dépassement du budget</b>	Alquiers & al. (2000); Baccarini & Archer (2001); Baker & al.(1988); Clark & al. (1990); Dey (2001); Frantz (1990); Gerosa & Nasini (2001); Glover (1994); Hulett & al. (2001); Hull (1990); Ireland & Shirley (1986); Jaafari (2001); Kerzner (2001); Lam (1999); Martin (1994); Morcos (2001); Noonan & Thamhain (1986); Salapatras & Swale (1986) ; Turner & Hunsucker (1999); Ward (1999); Ward & Chapman (1991); Wideman (1986).
<b>Dépassement de l'échéancier</b>	Alquiers & al. (2000); Baccarini & Archer (2001); Baker & al.(1988); Clark & al. (1990); Dey (2001); Frantz (1990); Gerosa & Nasini (2001); Glover (1994); Hulett & al. (2001); Hull (1990); Ireland & Shirley (1986); Jaafari (2001); Martin (1994); Morcos (2001); Noonan & Thamhain (1986); Salapatras & Swale (1986); Turner & Hunsucker (1999); Ward (1999); Ward & Chapman (1991); Wideman (1986).
<b>Non respect du niveau de qualité/performance</b>	Alquiers & al. (2000); Baccarini & Archer (2001); Baker & al.(1988); Clark & al. (1990); Dey (2001); Frantz (1990); Gerosa & Nasini (2001); Glover (1994); Hulett & al. (2001); Hull (1990); Ireland & Shirley (1986); Jaafari (2001); Kartam & Kartam (2001); Kerzner (2001); Martin (1994); Mills (2001); Noonan & Thamhain (1986); Salapatras & Swale (1986); Turner & Hunsucker (1999); Ward (1999); Ward & Chapman (1991); Wideman (1986).
<b>Abandon du projet</b>	Datta & Mukherjee (2001); Glover (1994); Jaafari (2001); Noonan & Thamhain (1986);

Source : Bourdeau et al. (2003)

## BIBLIOGRAPHIE

- Ahiabile, Antoinette, et Darren Dalcher. 2005. « Failure, success, and maturity in projects ». In. Vol. II, p. 793-797. Coll. « IEEE International Engineering Management Conference ». St. John's, Newfoundland, Canada: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Akomode, OJ, B Lees et C Irgens. 1998. « Constructing customised models and providing information to support IT outsourcing decisions ». *Logistics Information Management*, vol. 11, n° 2, p. 114-127.
- Arslan, Turan. 2009. « A hybrid model of fuzzy and AHP for handling public assessments on transportation projects ». *Transportation*, vol. 36, n° 1, p. 97-112.
- Ashley, David B., C.S. Lurie et E.J. Jaselskis. 1987. « Determinants of construction project success ». *Project management journal*, vol. 18, n° 2, p. 69-79.
- Atkinson, Roger. 1999. « Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria ». *International Journal of Project Management*, vol. 17, n° 6, p. 337-342.
- Aubert, Benoit A., et Jean-Grégoire Bernard. 2004. *Mesure intégrée du risque dans les organisations*. Montréal: Presses de l'Université de Montréal, 523 p.
- Baccarini, D. 1996. « The concept of project complexity—a review ». *International Journal of Project Management*, vol. 14, n° 4, p. 201-204.
- Baccarini, D. 1999. « The logical framework method for defining project success ». *Project management journal*, vol. 30, p. 25-32.
- Baccarini, David, et Richard Archer. 2001. « The risk ranking of projects: a methodology ». *International Journal of Project Management*, vol. 19, n° 3, p. 139-145.
- Bachelard, G. 1938. *La formation de l'esprit scientifique*. Vrin Paris;.
- Baker, BN, D Fisher et DC Murphy. 1983. « Project management in the public sector: success and failure patterns compared to private sector projects ». *Project Management Handbook*, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Baker, Scott, David Ponniah et Simon Smith. 1999. « Survey of risk management in major U.K. companies ». *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 125, n° 3, p. 94-102.

- Banuelas, R., et J. Antony. 2004. « Modified analytic hierarchy process to incorporate uncertainty and managerial aspects ». *International Journal of Production Research*, vol. 42, n° 18, p. 3851 - 3872.
- Barber, Richard B. 2005. « Understanding internally generated risks in projects ». *International Journal of Project Management*, vol. 23, n° 8, p. 584-590.
- Barki, H, S Rivard et J Talbot. 1993. « Toward an assessment of software development risk° ». *Journal of Management Information Systems*, vol. 10, n° 2, p. 203-225.
- Batt, H. William. 1984. « Infrastructure: Etymology and Import ». *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 110, n° 1, p. 1-6.
- Belassi, W., et O. I. Tukel. 1996. « New framework for determining critical success/failure factors in projects ». *International Journal of Project Management*, vol. 14, n° 3, p. 141-151.
- Berger, PL, T Luckmann, P Taminiaux et M Maffesoli. 1996. *La construction sociale de la réalité*. A. Colin.
- Bernard, JG, AB Aubert, S Bourdeau, É Clément, C Debuissy, MJ Dumoulin, M Laberge, N de Marcellis et I Peignier. 2002. « Le risque: un model conceptuel d'integration ». *Montréal, CIRANO: Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations*.
- Beynon, Malcolm. 2002. « An analysis of distributions of priority values from alternative comparison scales within AHP ». *European Journal of Operational Research*, vol. 140, n° 1, p. 104-117.
- Boehm, BW. 1989. « Tutorial: Software risk management ». *IEEE Computer Society*.
- Bourdeau, S, S Rivard et H Barki. 2003. « Évaluation du risque en gestion de projets ». *CIRANO Scientific Series, Montreal*.
- Bouyssou, D. 1990. « Building criteria: a prerequisite for MCDA ». *Readings in multiple criteria decision aid*, p. 58-80.
- Bouyssou, D. 1993. « Décision multicritère ou aide multicritère? ». *Newsletter of the European Working Group—Multicriteria Aid for Decisions*, p. 1-2.
- Bufardi, Ahmed, Dmitrij Sakara, Razvan Gheorghe, Dimitris Kiritsis et Paul Xirouchakis. 2003. « Multiple criteria decision aid for selecting the best product end of life scenario ». *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 16, n° 7, p. 526 - 534.



- Buhr, W. 2003. « What is infrastructure? ». *Department of Economics, School of Economic Disciplines, University of Siegen. Siegen Discussion Paper.*
- Chahmi, Tarek. 2005. « Evaluation des risques de projets de transfert technologique international ». M.Sc., Canada, Université du Québec à Trois-Rivières (Canada).
- Chakhar, S, ROY Bernard, R LAURINI, P RIGAUX et S SPACCAPIETRA. 2007. « °Cartographie Décisionnelle Multicritère: Formalisation et Implémentation Informatique ».
- Chan, Albert P. C., David Scott et Ada P. L. Chan. 2004. « Factors Affecting the Success of a Construction Project ». *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 130, n° 1, p. 153-155.
- Chan, Albert P. C., David Scott et Ada P. L. Chan. 2005. « Closure to ``Factors Affecting the Success of a Construction Project'' by Albert P. C. Chan, David Scott, and Ada P. L. Chan ». *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 131, n° 6, p. 748-749.
- Chang, Che-Wei, Cheng-Ru Wu, Chin-Tsai Lin et Huang-Chu Chen. 2007. « An application of AHP and sensitivity analysis for selecting the best slicing machine ». *Computers & industrial engineering*, vol. 52, n° 2, p. 296-307.
- Chebil, Féthi. 2008. « Public infrastructure project capabilities to respect costs, schedule and scope in public infrastructure projects ».
- Chebil, Féthi. 2009. « Les changements dans les projets publics d'infrastructure ». In (Montréal, 12 mars 2009).
- Cheng, EWL, et H Li. 2001. « Analytic hierarchy process: an approach to determine measures for business performance ». *Measuring Business Excellence*, vol. 5, n° 3, p. 30-37.
- Cherqui, F. 2005. « Méthodologie d'évaluation d'un projet d'aménagement durable d'un quartier ». *La Rochelle/Université de La Rochelle/2005/202p.*
- Choo, Eng U., Bertram Schoner et William C. Wedley. 1999. « Interpretation of criteria weights in multicriteria decision making ». *Computers & industrial engineering*, vol. 37, n° 3, p. 527-541.
- Cleland, David I., et William Richard King. 1983. *Project management handbook*. New York: Van Nostrand Reinhold, ix, 725 p.

- Condon, Edward, Bruce Golden et Edward Wasil. 2003. « Visualizing group decisions in the analytic hierarchy process ». *Computers & Operations Research*, vol. 30, n° 10, p. 1435-1445.
- Cooke-Davies, Terry. 2002. « The "real" success factors on projects ». *International Journal of Project Management*, vol. 20, n° 3, p. 185-190.
- Corriveau, G. 1996. « «Conceptualisation d'une logique du désordre constructif en gestion de projet» ». Thèse doctorale, Université d'Aix-Marseille III, juillet.
- Courtot, Hervé. 1998. *La gestion des risques dans les projets*. Paris: Économica, 294 p.
- De Montis, A, P De Toro, B Droste-Franke, I Omann et S Stagl. 2000. « Criteria for quality assessment of MCDA methods ». In *3rd Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics* (Vienna, May 3 - 6, 2000). p. 3-6.
- De Wit, A. 1988. « Measurement of project success ». *International Journal of Project Management*, vol. 6, n° 3, p. 164-170.
- Declerck, Roger P., Christian Navarre et Jean Pierre Debourse. 1983. *Methode de direction generale : le management strategique*. Boulogne-billancourt: Editions Hommes et Techniques, 225 p.
- DelVecchio, S. 2006. « Mesure quantitative des impacts de risque en contexte d'impartition ». *HEC de Montréal. Montréal, Université de Montréal*, vol. 109.
- Demarco, Tom, et Lister Timothy. 2003. *Waltzing with bears: managing risk on software projects*. New York: Dorset House.
- Denis, Hélène. 1998. *Comprendre et gérer les risques sociotechnologique majeurs*. Montréal: Éditions de l'École polytechnique de Montréal, xxviii, 342 p.
- Dey, P, MT Tabucanon et SO Ogunlana. 1994. « Planning for project control through risk analysis: a petroleum pipeline-laying project ». *International Journal of Project Management*, vol. 12, n° 1, p. 23-33.
- Dey, PK. 2004. « Decision support system for inspection and maintenance of cross-country petroleum pipeline ». *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 51, n° 1, 47-56.
- Dey, PK, et SS Gupta. 2001. « Feasibility analysis of cross-country petroleum pipeline projects: a quantitative approach ». *Project management journal*, vol. 32, n° 4, p. 50-58.

- Dey, PK, SO Ogunland, SS Gupta et MT Tabucanon. 1998. « A risk-based maintenance model for cross-country pipelines ». *COST ENG.*, vol. 40, n° 4, p. 24-31.
- Dey, Prasanta Kumar. 2006. « Integrated project evaluation and selection using multiple-attribute decision-making technique ». *International Journal of Production Economics*, vol. 103, n° 1, p. 90-103.
- Dikmen, I., et M. T. Birgonul. 2006. « An analytic hierarchy process based model for risk and opportunity assessment of international construction projects ». *Canadian Journal of Civil Engineering*, vol. 33, n° 1, p. 58-68.
- Dumez, H, et A Jeunemaître. 2005. « Concurrence et coopération entre firmes: les séquences stratégiques multidimensionnelles comme programme de recherche ». *Finance Contrôle Stratégie*, vol. 8, n° 1, p. 27-48.
- Elkarmi, F, et I Mustafa. 1993. « Increasing the utilization of solar energy technologie(SET) in Jordan: analytic hierarchy process ». *Energy policy*, vol. 21, n° 9, p. 978-982.
- Flyvbjerg, Bent, Nils Bruzelius et Werner Rothengatter. 2003. *Megaprojects and risk : an anatomy of ambition*. Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press, ix, 207 p.
- Forman, EH, et MA Selly. 2001. *Decision by Objectives: How to convince others that you are right*. World Scientific Pub Co Inc.
- Gauvreau, John. 2008. « Le gestionnaire immobilier - un partenaire stratégique dans la production des services ». In *Colloque Association des gestionnaires de parcs immobiliers institutionnels (AGPI)* (Boucherville, 2 octobre 2008). Ministère de la Santé et des Services sociaux.  
<[http://agpi.cegep-st-laurent.qc.ca/archives/colloques/2008/colloque/G8\\_COLLOQUE-AGPI-2008-John\\_Gauvreau.pdf](http://agpi.cegep-st-laurent.qc.ca/archives/colloques/2008/colloque/G8_COLLOQUE-AGPI-2008-John_Gauvreau.pdf)>. Consulté le 18 mars 2010.
- Goldenberg, Marat, et Aviad Shapira. 2007. « Systematic evaluation of construction equipment alternatives: Case study ». *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 133, n° 1, p. 72-85.
- Grimsey, D., et M. K. Lewis. 2002. « Evaluating the risks of public private partnerships for infrastructure projects ». *International Journal of Project Management*, vol. 20, n° 2, p. 107-118.
- Guitouni, Adel, et Jean-Marc Martel. 1998. « Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method ». *European Journal of Operational Research*, vol. 109, n° 2, p. 501-521.
- Haimes, Yacov Y. 2004. *Risk modeling, assessment, and management*, 2nd. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, xix, 837 p.

- Harchaoui, T, F Tarkhani et P Warren. 2003. « L'infrastructure publique au Canada: où en sommes-nous? ». *Aperçus sur l'économie canadienne*.
- Hariharan, S, PK Dey, HSL Moseley, AY Kumar et J Gora. 2004. « A new tool for measurement of process-based performance of multispecialty tertiary care hospitals ». *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 17, n° 6, p. 302-312.
- Harker, Patrick T. 1987. « Shortening the comparison process in the AHP ». *Mathematical Modelling*, vol. 8, p. 139-141.
- Harker, PT, et LG Vargas. 1987. « The theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process ». *Management science*, vol. 33, n° 11, p. 1383-1403.
- Hauptmanns, Ulrich, et Wolfgang Werner. 1991. *Engineering risks : evaluation and valuation*, Revised ed. Berlin: Springer-Verlag, xiii, 246 p.
- Ika, Lavagnon A. 2004. « La Recherche sur le Succès des Projets : une Analyse Critique ».
- Jugdev, Kam, et Ralf Müller. 2006. « A retrospective look at our evolving understanding of project success ». *IEEE Engineering Management Review*, vol. 34, n° 3, p. 110-127.
- Kaplan, Stanley, et B. John Garrick. 1981. « On The Quantitative Definition of Risk ». *Risk Analysis*, vol. 1, n° 1, p. 11-27.
- Kerzner, Harold. 1987. « In search of excellence in project management ». *Journal of Systems Management*, p. 30-39.
- Kerzner, Harold. 2006. *Project management : a systems approach to planning, scheduling, and controlling*, 9th. Hoboken, N.J.: J. Wiley, xxi, 1014 p.
- Korpela, J., et M. Tuominen. 1996. « Benchmarking logistics performance with an application of the analytic hierarchy process ». *Engineering Management, IEEE Transactions on*, vol. 43, n° 3, p. 323-333.
- Lampel, Joseph. 2001. « Towards a holistic approach to strategic project management ». *International Journal of Project Management*, vol. 19, n° 8, p. 433-435.
- Le Moigne, Jean Louis. 1990. *La modelisation des systemes complexes*. Coll. « Afcet systemes ». Paris: Dunod, x, 178 p.
- Les travaux parlementaires. 2008. « Journal des débats, Commission permanente de l'administration publique, Exposé du Vérificateur général ». Québec (Qué.): <<https://www.assnat.qc.ca/fr/travaux-parlementaires/commissions/cap-38-1/journal-debats/CAP-080213.html>>. Consulté le 17 juillet 2009.

- Liang, Wen-Yau. 2003. « The analytic hierarchy process in project evaluation: An RD case study in Taiwan ». *Benchmarking*, vol. 10, n° 5, p. 445-456.
- Liberatore, MJ, et RL Nydick. 1997. « Group decision making in higher education using the analytic hierarchy process ». *Research in Higher Education*, vol. 38, n° 5, p. 593-614.
- Lifson, Melvin W., et Edward F. Shaifer. 1982. *Decision and risk analysis for construction management*. New York, N.Y.: J. Wiley and Sons, 222 p.
- Lim, C. S., et M. Zain Mohamed. 1999. « Criteria of project success: An exploratory re-examination ». *International Journal of Project Management*, vol. 17, n° 4, p. 243-248.
- Lin, Zone-Ching, et Chu-Been Yang. 1996. « Evaluation of machine selection by the AHP method ». *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 57, n° 3-4, p. 253-258.
- Løken, Espen. 2007. « Use of multicriteria decision analysis methods for energy planning problems ». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 11, n° 7, p. 1584-1595.
- Lowrance, William W. 1976. *Of acceptable risk : science and the determination of safety*. Los Altos, Calif.: W. Kaufmann, x, 180 p.
- Mafakheri, Fereshteh. 2006. « Project delivery system selection under uncertainty: A multi-criteria multi-level decision aid model ». M.A.Sc., Canada, The University of Regina (Canada).
- Martin, A. P. 1979. « Project Management Requires Transorganizational Standards ». *Project management Quarterly*, vol. X, n° 3, p. 41-44.
- Miller, GA. 1956. « The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information ». *Psychological review*, vol. 63, n° 2, p. 81-97.
- Miller, Roger. 1998. *Les observations et les conclusions saillantes du programme IMEC sur la gestion des projets d'ingénierie*.
- Miller, Roger, Donald R. Lessard, Serghei Floricel et IMEC Research Group. 2000. *The strategic management of large engineering projects : shaping institutions, risks, and governance*. Cambridge, Mass.: MIT Press, xix, 237 p.
- Millet, Ido, et Patrick T. Harker. 1990. « Globally effective questioning in the Analytic Hierarchy Process ». *European Journal of Operational Research*, vol. 48, n° 1, p. 88-97.
- Moghissi, AA. 1985. « Risk Management-Practice and Prospects ». *Mechanical Engineering*, vol. 106, n° 11, p. 21-23.

- Morris, Peter W. G., et George H. Hough. 1987. *The anatomy of major projects : a study of the reality of project management*. New York: J. Wiley, viii, 326 p.
- Morris, Peter WG. 1986. « Managing Project Interfaces-Key Points for Project Success ».
- Morris, PWG, et GH Hough. 1986. *Preconditions of success and failure in major projects*. Templeton College, Oxford Centre for Management Studies.
- Moussa, F, C Kolski et M Riahi. 2006. « Analyse des dysfonctionnements des systèmes complexes en amont de la conception des IHM: apports, difficultés, et étude de cas ». *Revue d'Interaction Homme Machine (RIHM)*, vol. 7, n° 2, p. 79-111.
- Munns, A. K., et B. F. Bjeirmi. 1996. « Role of project management in achieving project success ». *International Journal of Project Management*, vol. 14, n° 2, p. 81-87.
- Newcombe, Robert. 2000. « Anatomy of two projects: A comparative analysis approach ». *International Journal of Project Management*, vol. 18, n° 3, p. 189-199.
- Nigim, K., K. Hipel et G. Smith. 2006. « An effective multiple criteria approach to infrastructure reconstruction in devastated countries ». *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 15, n° 2, p. 232-246.
- Parfitt, M. K., et V. E. Sanvido. 1993. « Checklist of Critical Success Factors for Building Projects ». *Journal of Management in Engineering*, vol. 9, n° 3, p. 243-249.
- Partovi, FY. 1994. « Determining what to benchmark: an analytic hierarchy process approach° ». *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 14, p. 25-25.
- Partovi, FY, J Burton et A Banerjee. 1990. « Application of analytical hierarchy process in operations management ». *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 10, n° 3, p. 5-19.
- Pinto, JK. 1986. « Project implementation: a determination of its critical success factors, moderators and their relative importance across the project life cycle ». Pittsburgh, University of Pittsburgh.
- Pinto, JK, et DP Slevin. 1988. « 20. Critical Success Factors in Effective Project Implementation\*" ». *Project management Handbook*, p. 479.
- Pirdashti, M, A Ghadi, M Mohammadi et G Shojatalab. 2009. « Multi-Criteria Decision-Making Selection Model with Application to Chemical Engineering Management Decisions ». *Agricultural Science and Technology*, vol. 3, n° 8, p. 53-62.

- Pisapia, S. 2008. « Expérience québécoise en matière d'implantation des modes de PRD reliés à l'exécution des travaux de construction ». *Revue de Prévention et de Règlement des Différends*, vol. 6, n° 2.
- Popper, Karl Raimund. 2006. *Conjectures et réfutations : la croissance du savoir scientifique*. Paris: Payot, 610 p.
- Préfontaine, L. 2004. « La gestion des risques dans les projets de collaboration publique-privée pour la prestation des services publics: une étude nationale ». In *Actes du Colloque en gestion de projet UQAM, Montréal, 1-13*.
- Préfontaine, L, L Richard et H Sicotte. 2001. « Nouveaux modèles de collaboration pour la prestation des services publics ». *Pivot/Cefrio. Québec*.
- Project Management Institute. 2004. *Guide du corpus des connaissances en management de projet : guide PMBOK*, 3e éd. Newtown Square: Project Management Institute, xi, 388 p.
- Project Management Institute. 2004. *Guide du corpus des connaissances en management de projet : guide PMBOK*, 3e éd. Newtown Square: Project Management Institute, xi, 388 p.
- Québec. 2009. *Planification des investissements en infrastructures dans le réseau sociosanitaire québécois*. Santé et services sociaux Québec, Direction des communications.
- Québec, (Province). 2007. « Des fondations pour réussir : plan québécois des infrastructures<sup>o</sup> ». Secrétariat du Conseil du trésor.  
<<http://www.tresor.gouv.qc.ca/fr/publications/infrastructure/plan-infrastructure.pdf>>.  
Consulté le 3 mai 2010.
- Québec (Province). À jour au 1er mars 2010. *Loi favorisant le maintien et le renouvellement des infrastructures publiques : L.R.Q., chapitre M-1.2*. En ligne. Québec (Qué.): Éditeur officiel du Québec  
<[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=%2F%2FM\\_1\\_2%2FM1\\_2.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=%2F%2FM_1_2%2FM1_2.htm)>. Consulté le 21 mars 2010.
- Québec, Assemblée nationale du. 2008a. « Commission permanente de l'administration publique, les travaux parlementaires, Journal des débats ».   
<[http://www.vgq.gouv.qc.ca/fr/publications/Audition-CAP/Audition-CAP-2005-2006-T1-Chap3\\_2005-2006-T2C7.pdf](http://www.vgq.gouv.qc.ca/fr/publications/Audition-CAP/Audition-CAP-2005-2006-T1-Chap3_2005-2006-T2C7.pdf)>. Consulté le 13 novembre 2009.
- Québec, Commission de la construction du. 2010. En ligne.  
<[http://www.ccq.org/B\\_IndustrieConstruction/B02\\_IndustrieChiffres.aspx?sc\\_lang=fr-CA&profil=GrandPublic](http://www.ccq.org/B_IndustrieConstruction/B02_IndustrieChiffres.aspx?sc_lang=fr-CA&profil=GrandPublic)>. Consulté le 22 mai 2010.

- Québec, Gouvernement du. 2003. « Bâtir et innover : tendances et défis dans le secteur du bâtiment ». En ligne. Sainte-Foy (Qué.): Conseil de la science et de la technologie. <<<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs53375>>>. Consulté le 18 mai 2010.
- Québec, Gouvernement du. 2008b. « Journal des débats, Commission permanente de l'administration publique, Exposé du Vérificateur général ». Québec (Qué.): <<https://www.assnat.qc.ca/fr/travaux-parlementaires/commissions/cap-38-1/journal-debats/CAP-080213.html>>. Consulté le 17 juillet 2009.
- Ramanathan, R. 2001. « A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment ». *Journal of Environmental Management*, vol. 63, n° 1, p. 27-35.
- Ramonjavelo, Manambahoaka Valery Fitzgerald. 2007. « Les partenariats public-privé au Canada: Les facteurs critiques de succès, les mécanismes de coordination utilisés et le choix des modes de gouvernance ». Ph.D., Canada, Université du Québec à Montréal (Canada).
- Raz, Tzvi, Aaron J. Shenhar et Dov Dvir. 2002. « Risk management, project success, and technological uncertainty ». *R&D Management*, vol. 32, n° 2, p. 101-109.
- Rockart, JF. 1982. « The changing role of the information systems executive: a critical success factors perspective ». *Sloan Management Review*, vol. 24, n° 1, p. 3-13.
- Roy, Bernard. 1985. *Methodologie multicritere d'aide a la decision*. Coll. « Collection Gestion (Economica (Firme))». Série Politique générale, finance et marketing ». Paris, : Économica., xxii, 423 p.
- Roy, F. 2008. « Des routes et des jeux: dépenses des administrations publiques en infrastructures au Canada de 1961 à 2005 ». *Statistique Canada*. [En ligne]. <http://www.statcan.gc.ca/pub/11-624-m/11-624-m2008019-fra.pdf> (Page consultée le 8 novembre 2008).
- Rumsfeld, D. H. 2002. *Dod news briefing - Secretary Rumsfeld and General Myers United States Department of Defense News Service*. Consulé en ligne le 18 juin 2009. <<[http://www.defenselink.mil/transcripts/2002/t02122002\\_t212sdv2.html](http://www.defenselink.mil/transcripts/2002/t02122002_t212sdv2.html)>>.
- Saaty, R. W. 1987. « The analytic hierarchy process--what it is and how it is used ». *Mathematical Modelling*, vol. 9, n° 3-5, p. 161-176.
- Saaty, Thomas. 2004. « Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP) ». *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 13, n° 1, p. 1-35.



- Saaty, Thomas. 2005. « Making and validating complex decisions with the AHP/ANP ». *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 14, n° 1, p. 1-36.
- Saaty, Thomas L. 1984. *Decider face a la complexite : une approche analytique multicritere d'aide a la decision*. Paris: Entreprise moderne d'édition, 231 p.
- Saaty, Thomas L. 1990. « How to make a decision: The analytic hierarchy process ». *European Journal of Operational Research*, vol. 48, n° 1, p. 9-26.
- Saaty, Thomas L. 2003. « Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary ». *European Journal of Operational Research*, vol. 145, n° 1, p. 85-91.
- Saaty, Thomas L., Kirti Peniwati et Jen S. Shang. 2007. « The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story ». *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 46, n° 7-8, p. 1041-1053.
- Saaty, Thomas L., et Luis Gonzalez Vargas. 2001. *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process*. Coll. « International series in operations research & management science 34 ». Boston: Kluwer Academic, 333 p.
- Saaty, Thomas Lorie. 1980. *The analytic hierarchy process : planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill, Xiii, 287 p.
- Saaty, TL. 2008. « Decision making with the analytic hierarchy process ». *International Journal of Services Sciences*, vol. 1, n° 1, p. 83-98.
- Saaty, TL, et MS Ozdemir. 2003. « Why the magic number seven plus or minus two ». *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 38, n° 3-4, p. 233-244.
- Sanvido, V., K. Parfitt, F. Grobler, M. Coyle et M. Guvenis. 1990. « Critical project success factors (CPSF) for buildings ». *J. Constr. Eng. Manage.*, vol. 118, n° 1, p. 94-111.
- Sanvido, Victor, Francois Grobler, Kevin Parfitt, Moris Guvenis et Michael Coyle. 1992. « Critical Success Factors for Construction Projects ». *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 118, n° 1, p. 94-111.
- Schoemaker, PJH. 1982. « The expected utility model: its variants, purposes, evidence and limitations ». *Journal of Economic Literature*, vol. 20, n° 2, p. 529-563.
- Seppala, J, L Basson et GA Norris. 2001. « Decision analysis frameworks for life-cycle impact assessment ». *Journal of Industrial Ecology*, vol. 5, n° 4, p. 45-68.
- Shapira, Aviad, et Marat Goldenberg. 2005. « AHP-based equipment selection model for construction projects ». *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 131, n° 12, p. 1263-1273.

- Shim, P. 1989. « Bibliographical research on the analytic hierarchy process (AHP) ». *Socio-economic planning sciences*, vol. 23, n° 3, p. 161-167.
- Slevin, DP, et JK Pinto. 1987. « Balancing strategy and tactics in project implementation ». *Sloan Management Review*, vol. 29, n° 1, p. 33-41.
- Slovic, P. 1992. « Perception of risk: Reflections on the psychometric paradigm ». *Social theories of risk*, vol. 117, p. 152.
- Smith, Nigel J., Tony Merna et Paul Jobling. 1999. *Managing risk in construction projects*. Malden, Mass.: Blackwell Science, xv, 232 p.
- Standard, A. 1999. « Risk Management (AS/NZS 4360: 1999) ». *Standards Australia™, Revised Edition*.
- STANDARD, A, et STANDARD NEZ. 2004. « AS/NZS 4360-2004–Risk Management ». *Standards Australia/Standards New Zealand*.
- Sun, J. 2007. « La gestion des risques lies aux situations de co-activite dans la phase de planification des projets ». M.Sc., Canada, Universite du Quebec a Rimouski (Canada), 64 p.
- Toffler, Alvin. 1990. *Powershift : knowledge, wealth, and violence at the edge of the 21st century*. New York: Bantam Books, xxii, 585 p.
- Torrès, O. 1997. « «Pour une approche contingente de la spécificité de la PME» ». *Revue internationale PME*, vol. 10, n° 2, p. 9-43.
- Torrìsi, G. 2009. « Public infrastructure: definition, classification and measurement issues ». *University of Catania, DEMQ. Mimeo*.
- Triantaphyllou, E, et SH Mann. 1995. « Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges ». *International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, vol. 2, n° 1, p. 35-44.
- Triantaphyllou, Evangelos, et Khalid Baig. 2005. « The impact of aggregating benefit and cost criteria in four MCDA methods ». *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 52, n° 2, p. 213-226.
- Vaidya, Omkarprasad S., et Sushil Kumar. 2006. « Analytic hierarchy process: An overview of applications ». *European Journal of Operational Research*, vol. 169, n° 1, p. 1-29.
- Van Lenthe, Jelle. 1993. « ELI: An Interactive Elicitation Technique for Subjective Probability Distributions ». *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 55, n° 3, p. 379-413.

- Vérificateur général du Québec. 2006. *Rapport à l'Assemblée nationale pour l'année 2005-2006*. Québec: Gouvernement du Québec.  
<<http://www.vgq.gouv.qc.ca/fr/publications/rapport-annuel/2005-2006-T1/Rapport2005-2006-T1.pdf>>.
- Wateridge, J. 1995. « IT projects: a basis for success ». *International Journal of Project Management*, vol. 13, n° 3, p. 169-172.
- Wei, CC, CF Chien et MJJ Wang. 2005. « An AHP-based approach to ERP system selection ». *International Journal of Production Economics*, vol. 96, n° 1, p. 47-62.
- Werstink, Guillaume. 2007. « Évaluation du potentiel conchylicole des Îles-de-la-Madeleine (Québec, Canada) : une analyse multicritères combinée à un système informatique géographique ». Rimouski, Québec, Université du Québec à Rimouski.
- Westerveld, E. 2003. « The Project Excellence Model®: linking success criteria and critical success factors ». *International Journal of Project Management*, vol. 21, n° 6, p. 411-418.
- Zhou, P. A., Poh, B. W. 2006. « Decision analysis in energy and environmental modeling: An update ». *Energy*, vol. 31, p. 2604-2622.
- Ziara, Mohamed, Khaled Nigim, Adnan Enshassi et Bilal M. Ayyub. 2002. « Strategic Implementation of Infrastructure Priority Projects: Case Study in Palestine ». *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 8, n° 1, p. 2-11.